

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



Diseño de una unidad básica de saneamiento compostera en zona  
inundable en el centro poblado San Pedro de Parí, Junín, 2022

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Steve Angel Caro Jancachagua

**ASESOR**

Félix Germán Delgado Ramírez

Tarma, Perú  
2024

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos del autor**

Nombres	STEVE ANGEL
Apellidos	CARO JANCACHAGUA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	70223618
Número de Orcid (opcional)	

**Datos del asesor**

Nombres	FELIX GERMAN
Apellidos	DELGADO RAMIREZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	22264222
Número de Orcid (obligatorio)	<a href="https://orcid.org/0000-0002-7188-9471">https://orcid.org/0000-0002-7188-9471</a>

**Datos del Jurado****Datos del presidente del jurado**

Nombres	MAIQUEL
Apellidos	LOPEZ SILVA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	49087489

**Datos del segundo miembro**

Nombres	VICTOR
Apellidos	GARCES DIAZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	32860015

**Datos del tercer miembro**

Nombres	ALCIBIADES
Apellidos	BANCES MEZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	44127737

**Datos de la obra**

Materia*	saneamiento, compostera, humedal
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Tesis
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



## FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 056-2024-UCSS-FI/TPICIV

### SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL FILIAL: TARMA

Los Olivos, 02 de mayo del 2024

Siendo las 11:05 horas del 02 de mayo del 2024, utilizando los recursos para la videoconferencia disponibles en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se dio inicio a la sustentación de la Tesis:

**Diseño de una unidad básica de saneamiento compostera en zona inundable en el centro poblado San Pedro de Parí, Junín, 2022**

Por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

**CARO JANCACHAGUA, STEVE ANGEL**

Ante el Jurado calificador conformado por el:

Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel	Presidente
Mgr. GARCÉS DÍAZ, Víctor	Secretario
Ing. BANCES MEZA, Alcibíades	Miembro

Siendo las 12:25 horas, habiendo sustentado y atendido las preguntas realizadas por cada uno de los miembros del jurado; y luego de la respectiva deliberación, el jurado le otorgó la calificación de:

**APROBADO**

En mérito a la calificación obtenida se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller CARO JANCACHAGUA, STEVE ANGEL el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,

.....  
**Ing. BANCES MEZA, Alcibíades**  
Miembro

.....  
**Mgr. GARCÉS DÍAZ, Víctor**  
Secretario

.....  
**Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel**  
Presidente

**Anexo 2**

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Lima, 12 de abril de 2024

Señor, Víctor Garcés Díaz  
Jefe del Departamento de Investigación  
Facultad de Ingeniería - UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis, bajo mi asesoría, con título: Diseño de una unidad básica de saneamiento compostera en zona inundable en el centro poblado San Pedro de Pará, Junín, 2022, presentado por CARO JANCACHAGUA, STEVE ANGEL (código 2014100646 y DNI 70223618) para optar el título profesional de Ingeniero Civil ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 18 %** (poner el valor del porcentaje).\* Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



---

Delgado Ramírez, Félix German  
DNI N°: 22264222  
ORCID: 0000-0002-7188-9471  
Facultad de Ingeniería - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## **DEDICATORIA**

A Dios por las bendiciones que llegan a mi vida, a mis padres por sus consejos y soporte en todo momento.

A mis tíos y familiares que me acompañaron en el estudio, por su cariño y ayuda incondicional. La tesis se ha logrado por ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecer a Dios por las múltiples bendiciones que llegan a mi vida, por brindarme protección y salud en cada etapa de mi desarrollo profesional acompañado de excelentes padres y amigos.

Mi agradecimiento también va dirigido a la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS); que me ha permitido crecer intelectualmente en la rama de Ingeniería Civil para ser un profesional competente en el ámbito laboral con sentido humanista y cristiano en bien de toda la sociedad.

A la Municipalidad Distrital de Ondores, por permitirme laborar en la oficina de Infraestructura y Desarrollo Rural en la cual pude conocer las principales necesidades de la población rural que han permitido la realización de la investigación; así también, doy gracias a los excelentes profesionales que han laborado en la Municipalidad de quienes he aprendido el trabajo en bien de la población.

Asimismo, quiero agradecer al asesor Dr. Ing. Félix Germán Delgado Ramírez, por haberme permitido recurrir a sus conocimientos, experiencia y capacidad; a través de los cuales ha sido posible concluir con la presente tesis.

Steve Angel Caro Jancachagua

## RESUMEN

La investigación presentada, tuvo como objetivo principal diseñar una unidad básica de saneamiento compostera en zona inundable (UBS-ZIN) en el centro poblado San Pedro de Parí, ha sido estructurada aplicando el método científico, de tipo aplicada, con un diseño no experimental, de manera transversal, basado en un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo; considerando una muestra de 59 viviendas, seleccionadas por un muestreo no probabilístico. Durante el desarrollo de la investigación se llevaron a cabo estudios básicos de topografía mediante la estación total SOUTH NTS-362R; se realizaron 3 calicatas para el análisis de suelos y test de percolación; además, se efectuó la medición del caudal de aforo del manante que abastece a las viviendas del centro poblado. Estos datos fueron cruciales para seleccionar la UBS-ZIN como opción tecnológica adecuada para la población, conformada por una caseta de 2.50 m de largo, 1.90 m de ancho y dos cámaras composteras para almacenar 1.10 m<sup>3</sup> de excretas al año, producidas por 2.95 habitantes por vivienda. Finalmente, se obtuvo el diseño de un humedal de 2.00 m de largo y 1.00 m de ancho como sistema complementario para tratar 118 l/s de aguas servidas proveniente de los aparatos sanitarios de la UBS-ZIN.

Palabras clave: saneamiento, compostera, humedal.

## **ABSTRACT**

The main objective of the research presented was to design a basic composting sanitation unit in a flood zone (UBS-ZIN) in the San Pedro de Parí population center. It has been structured under a scientific structure, of an applied type, with a non-experimental design, in a transversal manner, based on a quantitative approach with descriptive scope; considering a non-probabilistic sampling of 59 dwellings. During the development of the research, basic topography studies were carried out using the SOUTH NTS-362R total station; 3 test pits were made for soil analysis and percolation test; in addition, the flow rate of the spring that supplies the houses in the town center was measured. These data were crucial to select the UBS-ZIN as the appropriate technological option for the population, consisting of a 2.50 m long, 1.90 m wide shed and two composting chambers to store 1.10 m<sup>3</sup> of excreta per year, produced by 2.95 inhabitants per dwelling. Finally, a 2.00 m long and 1.00 m wide wetland was designed as a complementary system to treat 118 l/s of sewage from the UBS-ZIN's toilets.

Key words: sanitation, composting, wetland.

## ÍNDICE

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xiii
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problemática.....	1
1.2. Formulación del problema .....	2
1.2.1. Principal.....	2
1.2.2. Problemas secundarios .....	2
1.3. Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1. Principal.....	3
1.3.2. Secundarios.....	3
1.4. Justificación e importancia de la investigación .....	3
1.4.1. Técnica.....	3
1.4.2. Social .....	4
1.4.3. Ambiental .....	4
1.4.4. Económica .....	4
1.4.5. Importancia.....	5
1.5. Delimitación del área de investigación.....	5
1.5.1. Del contenido.....	5
1.5.2. Espacial.....	6
1.5.3. Temporal.....	6
1.6. Limitaciones de la investigación .....	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes internacionales y nacionales .....	7
2.1.1. Internacionales.....	7
2.1.2. Nacionales .....	9
2.2. Bases teóricas .....	12
2.2.1. Saneamiento Básico.....	12

2.2.2.	Unidad básica de saneamiento compostera .....	12
2.2.3.	Criterios para la validación de opciones tecnológicas para saneamiento rural	13
2.2.4.	Estudio topográfico.....	13
2.2.5.	Estudio de suelos .....	14
2.2.6.	Caudal de aforo.....	16
2.2.7.	Dotación de agua .....	17
2.2.8.	Criterios de diseño de la UBS-ZIN.....	19
2.2.9.	Volumen de la cámara compostera.....	21
2.2.10.	Zona inundable .....	24
2.2.11.	Test de percolación.....	24
2.2.12.	Humedal artificial o bio jardinerías .....	26
2.3.	Definición de términos básicos .....	36
<b>CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>		<b>38</b>
3.1.	Hipótesis principal.....	38
3.2.	Hipótesis secundarias .....	38
3.3.	Variables e indicadores .....	38
3.3.1.	Independiente.....	38
3.3.2.	Dependiente .....	39
3.4.	Operacionalización de las variables .....	39
<b>CAPÍTULO IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>		<b>41</b>
4.1.	Diseño de ingeniería.....	41
4.1.1.	Tipo de investigación.....	41
4.1.2.	Diseño de la investigación.....	41
4.1.3.	Enfoque y alcance de la investigación.....	42
4.2.	Métodos y técnicas del proyecto .....	42
4.2.1.	Planeamiento y organización.....	42
4.2.2.	Trabajo de campo .....	42
4.2.3.	Trabajo en gabinete .....	43
4.3.	Diseño estadístico.....	43
4.3.1.	Población .....	43
4.3.2.	Muestra .....	43
4.4.	Técnicas y herramientas estadísticas.....	44
4.4.1.	Normas técnicas utilizadas para la investigación .....	44
4.4.2.	Técnicas para la recolección de datos.....	45
4.4.3.	Instrumentos para la recolección de datos .....	45

CAPÍTULO V. DESARROLLO EXPERIMENTAL .....	47
5.1. Levantamiento topográfico .....	47
5.1.1. Reconocimiento y trabajo de campo .....	47
5.1.2. Trabajo de gabinete y generación de planos.....	50
5.2. Estudio de suelos.....	52
5.3. Disponibilidad del agua.....	54
5.3.1. Ubicación de las captaciones de agua.....	54
5.3.2. Aforo volumétrico .....	55
5.3.3. Caudal de demanda máximo horario .....	56
5.4. Diseño de la UBS-ZIN .....	59
5.4.1. Validación de la opción tecnológica.....	59
5.4.2. Dimensionamiento de la caseta y cámara compostera. ....	59
5.5. Test de percolación.....	60
5.6. Diseño del humedal.....	60
5.7. Estructuras.....	61
5.7.1. Diseño estructural .....	61
5.7.2. Presupuesto y cronograma.....	75
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO .....	76
6.1. Beneficios no financieros .....	76
6.1.1. Mejora en la calidad de vida.....	76
6.1.2. Mejora de la salud pública.....	76
6.2. Evaluación del impacto social y ambiental .....	76
6.2.1. Evaluación del impacto social .....	76
6.2.2. Evaluación del impacto ambiental.....	77
6.3. Evaluación económica.....	77
CAPÍTULO VII. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	81
7.1. Resultados .....	81
7.1.1. Levantamiento topográfico.....	81
7.1.2. Estudio de suelos .....	82
7.1.3. Disponibilidad del agua .....	83
7.1.4. Validación de la opción tecnológica.....	85
7.1.5. Dimensionamiento de la caseta .....	87
7.1.6. Dimensionamiento de la cámara compostera .....	92
7.1.7. Test de percolación.....	93
7.1.8. Diseño del humedal .....	95

7.1.9.	Diseño de estructuras.....	101
7.1.10.	Presupuesto y cronograma.....	113
7.2.	Contrastación de hipótesis.....	117
7.2.1.	Hipótesis general .....	117
7.2.2.	Hipótesis específicas.....	118
7.3.	Conclusiones .....	121
7.4.	Recomendaciones.....	122
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	123
	ANEXOS .....	127

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Reglamento para los ensayos de suelo</i> .....	15
Tabla 2. <i>Dotación de agua según región geográfica</i> .....	18
Tabla 3. <i>Periodo de diseño de la UBS-COM</i> .....	22
Tabla 4. <i>Clases de suelo según el tiempo de infiltración</i> .....	24
Tabla 5. <i>Especies de macrófitas utilizadas en humedales subsuperficiales</i> .....	28
Tabla 6. <i>Características de la totora</i> .....	28
Tabla 7. <i>Reducción de contaminantes en humedales con totora</i> .....	29
Tabla 8. <i>Resultados de brotación</i> .....	30
Tabla 9. <i>Valores de la porosidad para distintos materiales</i> .....	32
Tabla 10. <i>Valores estimados para las aguas servidas</i> .....	34
Tabla 11. <i>Límites máximos para plantas de tratamiento</i> .....	34
Tabla 12. <i>Variable independiente</i> .....	39
Tabla 13. <i>Variable dependiente</i> .....	40
Tabla 14. <i>Bench Mark's</i> .....	49
Tabla 15. <i>Ubicación de las calicatas excavadas</i> .....	52
Tabla 16. <i>Coordenadas UTM de la captación de agua</i> .....	54
Tabla 17. <i>Padrón de beneficiarios JASS</i> .....	57
Tabla 18. <i>Resultados del corte directo</i> .....	61
Tabla 19. <i>Factor de amplificación sísmica en el eje X-X</i> .....	66
Tabla 20. <i>Factor de amplificación sísmica en el eje Y-Y</i> .....	66
Tabla 21. <i>Modos de vibración de la estructura y masas efectivas</i> .....	68
Tabla 22. <i>Verificación de la fuerza cortante X-X</i> .....	72
Tabla 23. <i>Verificación de la fuerza cortante Y-Y</i> .....	72
Tabla 24. <i>Verificación de las derivas en el eje X-X</i> .....	73
Tabla 25. <i>Verificación de las derivas en el eje Y-Y</i> .....	74
Tabla 26. <i>Costo de inversión a precios sociales de la UBS-ZIN</i> .....	78
Tabla 27. <i>Programación de actividades de operación y mantenimiento de la UBS</i> .....	78
Tabla 28. <i>Presupuesto desagregado para la operación y mantenimiento de la UBS</i> .....	79
Tabla 29. <i>Costos per capita</i> s.....	80
Tabla 30. <i>Resultados de clasificación de suelos SUCS</i> .....	82
Tabla 31. <i>Profundidad del nivel freático en las calicatas</i> .....	83
Tabla 32. <i>Aforo volumétrico del manante de agua</i> .....	83
Tabla 33. <i>Datos censales del 2007 y 2017 para el ámbito rural</i> .....	84
Tabla 34. <i>Comparación de los caudales de demanda y oferta</i> .....	85
Tabla 35. <i>Parámetros de selección de la opción tecnológica</i> .....	86
Tabla 36. <i>Pendiente mínima de techo según la intensidad de lluvia</i> .....	89
Tabla 37. <i>Resultados del tiempo de infiltración</i> .....	93
Tabla 38. <i>Temperaturas mínimas y máximas en San Pedro de Parí 202</i> .....	96
Tabla 39. <i>Parámetros de selección de la macrófita</i> .....	97
Tabla 40. <i>Pre dimensionado de losa maciza</i> .....	102
Tabla 41. <i>Pre dimensionado de vigas principales y secundarias</i> .....	102
Tabla 42. <i>Pre dimensionado de escaleras</i> .....	104
Tabla 43. <i>Diseño por flexión de losa maciza</i> .....	108
Tabla 44. <i>Metrado de cargas escalera tramo descanso</i> .....	109
Tabla 45. <i>Metrado de cargas escalera tramo paso y contrapaso</i> .....	110
Tabla 46. <i>Cálculo de momentos</i> .....	110
Tabla 47. <i>Diseño de acero para momento positivo</i> .....	111
Tabla 48. <i>Diseño de acero por flexión</i> .....	112
Tabla 49. <i>Metrado de partidas</i> .....	113
Tabla 50. <i>Resumen de presupuesto</i> .....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estado actual de los baños en San Pedro de Parí.....	2
Figura 2. Macro localización de San Pedro de Parí.....	6
Figura 3. Formas de poligonación para el estudio topográfico.....	14
Figura 4. Aplicación del aforo volumétrico.....	17
Figura 5. Modelo de cámaras de deshidratación e inodoros con separador de orina.....	21
Figura 6. Bio jardinería de flujo subsuperficial.....	27
Figura 7. Distribución de flujo dentro del humedal.....	35
Figura 8. Detalle de tubería para la distribución del caudal.....	36
Figura 9. Reconocimiento de viviendas en campo.....	47
Figura 10. Ubicación de los BMs en la poligonación abierta sin control.....	48
Figura 11. Estación del equipo topográfico en el BM-1.....	49
Figura 12. Estación del equipo topográfico en el BM-2.....	50
Figura 13. Configuración del sistema de coordenadas en Civil 3D.....	50
Figura 14. Configuración del formato de importación de puntos.....	51
Figura 15. Georreferenciación de puntos topográficos en Civil 3D.....	51
Figura 16. Elección de zonas representativas para las calicatas.....	53
Figura 17. Nivel freático encontrado en la calicata 1.....	53
Figura 18. Medición de la altura del nivel freático para el perfil estratigráfico.....	54
Figura 19. Ubicación del manante de nombre Mancán.....	55
Figura 20. Aforo volumétrico realizado en el manante.....	55
Figura 21. Oficio N°241-2022-MDO/A.....	56
Figura 22. Parámetros establecidos para el espectro de respuesta en el eje X-X.....	63
Figura 23. Parámetros establecidos para el espectro de respuesta en el eje Y-Y.....	64
Figura 24. Combinaciones de carga incorporadas al software ETABS.....	65
Figura 25. Periodos de vibración.....	65
Figura 26. Fuerza cortante sísmica eje X-X.....	67
Figura 27. Fuerza cortante sísmica eje Y-Y.....	67
Figura 28. Modos de vibración del modelado estructural.....	68
Figura 29. Gráfico del espectro de pseudo aceleraciones.....	69
Figura 30. Gráfico del espectro de pseudo aceleraciones en dirección X.....	70
Figura 31. Gráfico del espectro de pseudo aceleraciones en dirección Y.....	71
Figura 32. Desplazamientos laterales en el eje X-X.....	73
Figura 33. Desplazamientos laterales en el eje Y-Y.....	74
Figura 34. Segmento del plano topográfico con la identificación y área de los lotes.....	81
Figura 35. Algoritmo de selección de opciones tecnológicas.....	86
Figura 36. Distribución arquitectónica elegida para la UBS-ZIN.....	87
Figura 37. Detalle de tarrajeo en muros.....	88
Figura 38. Fachada de la UBS-ZIN.....	88
Figura 39. Detalle en planta de cobertura de calamina en la UBS-ZIN.....	89
Figura 40. Cobertura de calamina.....	90
Figura 41. Detalle de la tubería de ventilación.....	90
Figura 42. Detalle de instalaciones eléctricas.....	91
Figura 43. Detalle de plano de agua potable.....	92
Figura 44. Planta de cámaras composteras.....	93
Figura 45. Presencia de charcos de agua en el frontis de las viviendas.....	94
Figura 46. Inundaciones del Centro Poblado en temporada de lluvias intensas.....	94
Figura 47. Suelos saturados en el centro poblado.....	95
Figura 48. Scirpus Californicus (totora) en el lago Chinchaycocha.....	96
Figura 49. Detalle de la tubería perforada en el humedal.....	99
Figura 50. Detalle de anclaje de geomembrana.....	100
Figura 51. Detalle de cámara de trampa de grasa.....	100
Figura 52. Detalle de cámara de recolección.....	101

Figura 53. <i>Pre dimensionado de escalera</i> .....	103
Figura 54. <i>Cuantía de acero en vigas de confinamiento superiores</i> .....	104
Figura 55. <i>Cuantía de acero en vigas principales y secundarias</i> .....	105
Figura 56. <i>Cuadro de vigas.</i> .....	106
Figura 57. <i>Cuantía de acero en columnas</i> .....	106
Figura 58. <i>Cuadro de columnas.</i> .....	107
Figura 59. <i>Momento obtenido en una sección de ancho <math>e=0.20</math> m</i> .....	108
Figura 60. <i>Detalle de losa maciza.</i> .....	109
Figura 61. <i>Modelo matemático</i> .....	110
Figura 62. <i>Detalle de zapatas</i> .....	113
Figura 63. <i>Resumen de cronograma establecido para las 59 UBS-ZIN</i> .....	117

## INTRODUCCIÓN

El saneamiento rural a nivel mundial es una brecha social que los gobiernos plantean cubrir. Las zonas rurales albergan a las poblaciones más vulnerables de un país, las cuales se ven afectadas por la ausencia de sistemas de saneamiento. Esto provoca que la población sea expuesta a organismos patógenos dañinos debido a la posible contaminación de mantiales de agua y productos agrícolas.

En Perú, según el INEI del 2021 el 23.7% de la población nacional no cuenta con el servicio de saneamiento para la disposición de excretas, en consecuencia, mediante Resolución Ministerial N° 396-2021-VIVIENDA el gobierno realizó la priorización de brechas en el contexto rural, es decir, los proyectos formulados por los gobiernos locales deben priorizar la cobertura de brechas en temas de saneamiento básico.

En ese sentido, la tesis surge con el objetivo de diseñar la unidad básica de saneamiento para zona inundable (UBS-ZIN) en el C.P. San Pedro de Parí, considerando el estudio de las principales características del mismo, correspondiente a la disponibilidad del agua, tipo de terreno y topografía; lo cual nos permitirá que el diseño propuesto sea funcional y acorde a las características locales.

Por último, la investigación se estructura en siete capítulos. En el capítulo 1 se describen y formulan los problemas principales y secundarios, objetivos, justificación, delimitación y limitaciones de la investigación. En el capítulo 2 se detalla el marco teórico, antecedentes y bases teóricas. En el capítulo 3 se plantean las hipótesis, variable independiente y dependiente e indicadores. En el capítulo 4 se describe el diseño de ingeniería, métodos y técnicas para la recolección de datos. En capítulo 5 se lleva a cabo el desarrollo experimental. En el capítulo 6 se evalúa la relación costo/beneficio del proyecto. En el capítulo 7 se detallan los resultados, conclusiones y recomendaciones; para finalizar, las referencias bibliográficas y los anexos utilizados.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Problemática**

A nivel internacional, la provisión de servicios de agua potable y alcantarillado representa desafíos permanentes para los países de América Latina y el Caribe; dado que, 106 millones de personas carecen de acceso a los servicios de saneamiento básico. Esta carencia es un factor primario que contribuye a la incidencia de enfermedades gastrointestinales en niños debido al consumo de agua contaminada, resultando en la pérdida de vidas en comunidades rurales. (Mejía et al., 2016)

En el contexto nacional, el 23.7% de hogares del Perú no cuentan con servicios sanitarios adecuados para la disposición de excretas. En la región Junín, específicamente solo el 25.9% de hogares en el sector rural presentan el servicio de alcantarillado o UBS, ocasionando que el 74.1% de las viviendas presenten un mayor grado de vulnerabilidad a la exposición a patógenos dañinos debido a la contaminación de manantiales y productos agrícolas provocada por la ausencia de tratamiento de excretas y aguas residuales antes de su descarga en el medio ambiente. (INEI, 2021)

En el caso particular de San Pedro de Parí, la situación es aún más crítica, la ubicación geográfica del centro poblado a laderas del lago Chinchaycocha provoca la presencia de niveles freáticos altos en los terrenos, los cuales son vulnerables a inundación en épocas de lluvia, actualmente se utilizan silos artesanales para la eliminación de excretas y aguas residuales sin tratamiento alguno, lo cual genera la contaminación del agua superficial y subterránea, afectando significativamente la salud de las personas y generando un impacto negativo en el medio ambiente.

Así también, las características del suelo representan un obstáculo significativo para la construcción de sistemas de alcantarillado y unidades básicas de saneamiento convencional. Asimismo, la instalación de biodigestores, pozos de percolación y zanjas de infiltración para la disposición de aguas residuales, motivo por el cual, a la fecha no se ha podido cubrir el servicio de saneamiento en la población.

Debido a ello, surge la necesidad de elaborar una investigación con el fin de diseñar una unidad básica de saneamiento adaptada a zonas inundables y terrenos con nivel freático alto. Este sistema debe permitir la contención y disposición higiénica de excretas y aguas

residuales, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pobladores y reducir significativamente el impacto ambiental negativo en el centro poblado de San Pedro de Parí.

### **Figura 1**

*Estado actual de los baños en San Pedro de Parí*



*Nota.* Elaboración propia.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Principal**

¿Cómo diseñar una unidad básica de saneamiento compostera en zona inundable en el centro poblado San Pedro de Parí?

### **1.2.2. Problemas secundarios**

- ¿Cuáles son las características topográficas, de suelo y disponibilidad de agua del centro poblado?
- ¿Cuáles son las dimensiones de la caseta y cámaras composteras de la unidad básica de saneamiento para zona inundable?
- ¿Cuál es el nivel de infiltración del suelo en el centro poblado en estudio?
- ¿Cuál es el sistema complementario de tratamiento y disposición de aguas residuales para las unidades básicas de saneamiento para zona inundable?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Principal**

Diseñar una unidad básica de saneamiento compostera en zona inundable en el Centro Poblado San Pedro de Parí.

#### **1.3.2. Secundarios**

- Realizar el estudio topográfico, estudio de suelos y caudal de aforo de agua en el centro poblado.
- Determinar las dimensiones de la caseta y cámaras composteras de la unidad básica de saneamiento compostera para zona inundable según la normatividad peruana.
- Medir el nivel de infiltración del suelo en el centro poblado San Pedro de Parí.
- Diseñar el sistema complementario de tratamiento y disposición de aguas residuales según la normatividad peruana y bibliografía existente.

### **1.4. Justificación e importancia de la investigación**

#### **1.4.1. Técnica**

El diseño de la UBS-ZIN, que incluye una caseta, cámaras composteras y un humedal adaptado a las condiciones específicas de esta localidad, ofrece un aporte técnico integral que aborda de manera eficiente el tratamiento de desechos fecales y aguas grises en un entorno propenso a inundaciones. La elección de estos componentes se fundamenta en las necesidades inmediatas de la población en estudio y también establece un modelo que puede ser escalado y replicado en otras comunidades que enfrenten desafíos similares. Al adaptar la UBS-ZIN a las particularidades de San Pedro de Parí, se logra no solo abordar la urgencia sanitaria de manera efectiva, sino también sentar las bases para una solución sostenible a largo plazo que pueda ser implementada en futuros proyectos de saneamiento.

Así también, el desarrollo del humedal como sistema de tratamiento complementario dentro de la UBS-ZIN proporciona una justificación técnica sólida al ofrecer una solución integral, eficiente y sostenible para el tratamiento de aguas residuales en San Pedro de Parí y servir como un modelo replicable para otras comunidades con desafíos similares.

### **1.4.2. Social**

La justificación social para la implementación de una UBS-ZIN se refuerza al considerar la responsabilidad de garantizar condiciones de vida saludables y promover un entorno natural adecuado para los habitantes de San Pedro de Pará. La presencia de humedales ha limitado la ejecución de sistemas de saneamiento convencionales para el manejo de excretas y aguas grises, motivo por el cual, existe prevalencia de enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada, la implementación de la UBS-ZIN contribuye a mejorar la salud.

Además, la preservación del entorno natural es un aspecto clave a nivel social. Al adaptar el diseño de la UBS-ZIN al entorno local, se minimiza el impacto ambiental y se fomenta la conservación de los humedales, que son ecosistemas importantes para la biodiversidad y el equilibrio ecológico. Así también, es relevante mencionar la participación comunitaria en la planificación, implementación y mantenimiento de la UBS-ZIN que genera oportunidades para el aprendizaje y la capacitación en temas de saneamiento y conservación ambiental.

### **1.4.3. Ambiental**

La concepción de una UBS-ZIN, que integra cámaras composteras y humedal, se presenta como un aporte integral a los desafíos ambientales en San Pedro de Pará. El propósito primordial de esta propuesta es purificar las aguas residuales y tratar los residuos fecales antes de ser vertidos directamente al terreno, contribuyendo así a la conservación del medio ambiente, la utilización de la totora como componente del humedal no solo aprovecha un recurso natural existente en el lago Chinchaycocha, sino que también promueve su manejo sostenible.

### **1.4.4. Económica**

La falta de sistemas apropiados para el tratamiento de desechos fecales y aguas residuales genera la prevalencia de enfermedades gastrointestinales en la población en estudio, lo que conlleva costos significativos relacionados con la atención médica en los hogares. No obstante, la implementación de la UBS-ZIN brinda un aporte técnico fundamental económico y eficiente para disminuir sustancialmente la prevalencia de estas enfermedades en la comunidad. Como resultado, se espera la reducción de gastos médicos en las familias, así también, el costo de implementación del sistema no conlleva grandes gastos económicos.

### **1.4.5. Importancia**

La importancia de esta tesis radica en su capacidad para ofrecer un modelo específico de UBS-ZIN que se adapte a las condiciones físicas del Centro Poblado San Pedro de Parí y tenga un impacto significativo en los proyectos futuros impulsados por el gobierno local.

A pesar de estar presente en la normatividad, el enfoque de utilizar humedales sigue siendo considerado como una solución innovadora y efectiva para abordar los desafíos del tratamiento de aguas residuales en áreas con condiciones físicas especiales. Este enfoque se basa en aprovechar las capacidades naturales de los humedales para purificar y filtrar las aguas residuales de manera eficiente y sostenible, especialmente en localidades propensas a inundaciones o con un nivel freático alto.

A diferencia de la normatividad peruana y los antecedentes nacionales, esta investigación aborda con precisión los procesos de diseño, los materiales, las especies de macrófitas, los costos de ejecución y operación de humedales, cubriendo los vacíos existentes en la normativa actual. Es importante resaltar que la macrófita utilizada, la totora, es un recurso nativo de los Andes peruanos y está adaptada a climas extremos, lo que la hace especialmente adecuada para este tipo de sistemas.

Así también, el diseño de la unidad básica de saneamiento con composteras, brinda un modelo de estructura que puede ser adaptada a localidades con características similares, y cuyo costo de ejecución y operación se encuentra considerado en la presente investigación.

En resumen, esta tesis representa un avance significativo al ofrecer un modelo completo y específico para la implementación exitosa de sistemas de disposición sanitaria de excretas adaptados a zonas inundables, brindando una solución práctica y efectiva.

## **1.5. Delimitación del área de investigación**

### **1.5.1. Del contenido**

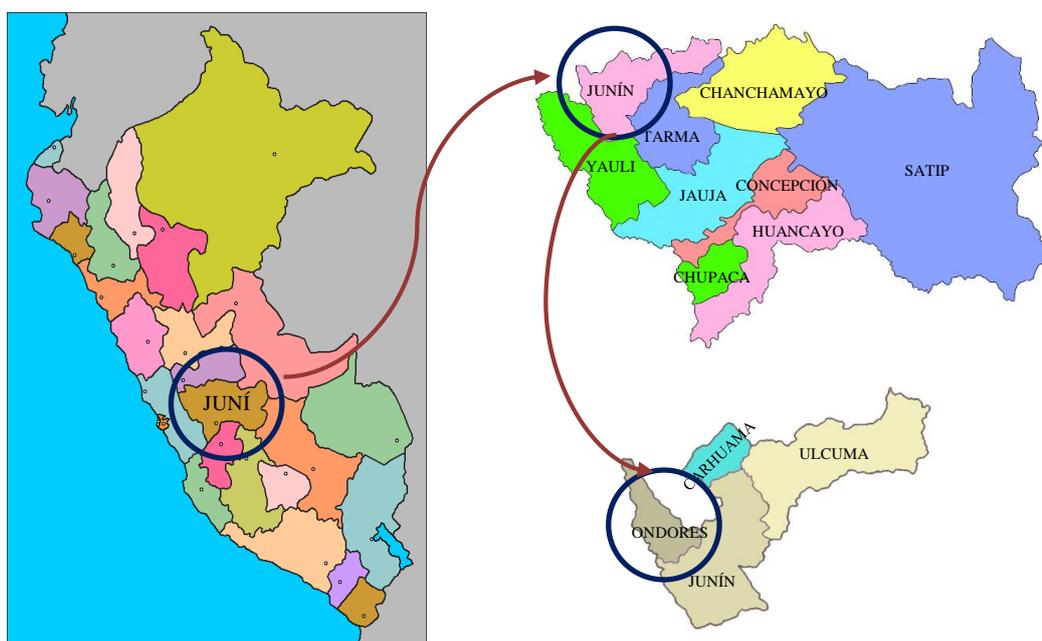
La presente investigación se enmarca en la facultad de Ingeniería Civil, línea “Estructuras, Geotecnia y Recursos Hídricos”, en el campo “Redes de agua y alcantarillado” aprobados mediante Resolución N.º 110-2022-UCSS-FI/CF.

### 1.5.2. Espacial

La investigación fue realizada en la localidad de San Pedro de Pará, centro poblado del distrito de Ondores, provincia y región Junín con coordenadas UTM 8786849.00 m S, 364979.00 m E, al norte del distrito de Huayllay, al este del lago Chinchaycocha y al oeste del río Mantaro, como podemos ver en la Figura 2.

### Figura 2

*Macro localización de San Pedro de Pará.*



*Nota.* Elaboración propia.

### 1.5.3. Temporal

La delimitación temporal de la investigación se realizará en un periodo de 6 meses del año 2023 para recolectar los datos necesarios de la localidad en estudio, realizar los estudios topográficos, de suelo y caudal de aforo y posterior análisis de los datos para concluir con el diseño de la UBS-ZIN.

### 1.6. Limitaciones de la investigación

La principal limitante es el aspecto social por la incomodidad de los pobladores para dar permiso en realizar los diferentes estudios de suelo y topografía en sus viviendas debido a la falta de conocimiento respecto a los trabajos de ingeniería.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes internacionales y nacionales

#### 2.1.1. Internacionales

Sánchez, K. (2020), de acuerdo a su tesis titulada “Análisis preliminar para la viabilidad del proyecto de abastecimiento de agua y saneamiento en la localidad de San Antonio, perteneciente al Municipio de Nueva Guinea, en la región autónoma de la Costa Caribe Sur”, tuvo como objetivo realizar una investigación preliminar de factibilidad de la implementación de un proyecto de saneamiento en la población de San Antonio. La metodología utilizada fue descriptiva con enfoque cuantitativo, el desarrollo de la tesis se enmarcó en tres etapas: en primer lugar, se realizó un análisis demográfico mediante la realización de un censo y encuestas socioeconómicas con el fin de estimar la futura demanda de letrinas y el servicio de agua potable; la segunda, se realizó un análisis técnico que facilite la determinación de la ubicación, dimensiones y diseño ingenieril del proyecto; por último, un análisis socioeconómico con el fin de examinar la factibilidad del proyecto. El tesista llegó a la conclusión que, el proyecto de agua potable y letrinas con dimensiones de 1.20 m de ancho, 1.20 m de largo y 1.90 m de alto con compostera de 0.90 m de ancho, 0.90 m de largo y 1.50 m de alto para contener 1.21 m<sup>3</sup> de excretas, beneficiará a un total de 1558 habitantes de la localidad de San Antonio, así también, es un proyecto rentable sin afectaciones al medio ambiente de acuerdo a la evaluación económica.

Largaespada et al. (2021) en su investigación de título “Diseño de mini acueducto por gravedad (MAG) y saneamiento básico rural en la comunidad San Jose de Pire, Municipio de Condega, Departamento de Esteli”, se planteó el objetivo de desarrollar un sistema de acueducto por gravedad (MAG) y sistema sanitario básico rural para la población de San José de Pire. La metodología fue cuantitativa con un enfoque descriptivo. El desarrollo de la tesis se realizó en 7 etapas: en primera parte, se evaluó la calidad del agua y se determinó el caudal de oferta de la fuente a través de un estudio de aforo; la segunda, se efectuó una evaluación de las características socioeconómicas de los habitantes de la localidad; la tercera, se efectuó el estudio topográfico de los terrenos en estudio; la cuarta, se elaboró el estudio de población y consumo; la quinta, se efectuó el cálculo hidráulico de los componentes del saneamiento básico; la sexta, se propuso la alternativa de saneamiento rural; por último, se elaboró los planos constructivos y se

cuantifico los costos. El investigador concluyó que, la propuesta realizada de saneamiento rural es la letrina de foso seco que mejoró la calidad de vida de 41 viviendas, la fosa de la letrina presenta dimensiones de 0.70 m de ancho, 0.90 m de largo y 0.50 m de altura.

Dunner (2022) en su tesis titulada “Sistemas de humedales artificiales destinados al tratamiento de aguas residuales - caso en un edificio en Viña del Mar”, se propuso el objetivo de evaluar técnica, legal y económica un sistema de humedal construido para una edificación urbana ubicada en la ciudad de Viña del Mar. El enfoque metodológico fue cuantitativo con una estrategia descriptiva. Se utilizó un diseño en cuatro etapas: la primera, se analizó los beneficios de un humedal en un entorno urbano para la purificación de las aguas servidas y reutilización debido al déficit hídrico; la segunda, se evaluó si el marco legal chileno permite la ejecución de una bio jardinería para el tratamiento de aguas servidas; la tercera, se realizó un análisis comparativo de las opciones tecnológicas utilizadas en Chile para la recuperación de las aguas residuales; la cuarta, se aplicó el diseño en un caso real para el edificio de la universidad de Chile. El investigador concluyó que, el humedal es un sistema funcional que presenta ventajas respecto a otros sistemas de tratamiento por los bajos requerimiento de energía, mantención y sencilla operación; cabe destacar que, el humedal acorde a las características urbanas en Viña del Mar presenta dimensiones de 2.00 m de ancho, 5.80 m de largo, 0.60 m de profundidad, siendo necesario 3 lechos o humedales para poder tratar 3.46 m<sup>3</sup>/día que corresponde a una población de 260 estudiantes.

Medina y Hernández (2018) en su investigación titulada “Evaluación de opciones no tradicionales para la captación, conducción y tratamiento de las aguas residuales producidas en las áreas rurales”, tuvo el objetivo de analizar métodos alternativos de recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales en el Centro Poblado de Mundo Nuevo. El enfoque utilizado fue cualitativo con una metodología descriptiva. El diseño se basó en 5 etapas: la primera, corresponde a la recopilación bibliográfica de las alternativas que existen para el almacenamiento de aguas grises y su posterior tratamiento no convencionales; la segunda, se efectuó el diagnóstico de los sistemas actuales de tratamiento de aguas residuales que presenta Mundo Nuevo; la tercera, se procedió a realizar la evaluación de los criterios para identificar la mejor alternativa respecto a costo y beneficio; la cuarta, se realizó el diagnóstico de la alternativa más eficiente a través del costo; finalmente, se realizó el diseño básico esquemático de la alternativa seleccionada. El investigador concluyó que, de acuerdo a la evaluación técnica y económica, la mejor

opción es el sistema alcantarillado sin arrastre de sólidos o decantado (ASAS) con un humedal construido de 3.86 m de ancho, 15.48 m de largo y 0.62 m de profundidad, para tratar 25.92 m<sup>3</sup> de excretas por día para una población de 288 habitantes.

Florez y Carrillo (2022) de acuerdo a su investigación titulada “Propuesta adicional para el tratamiento de aguas residuales en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la localidad de Manta, Cundinamarca, a través de la implementación de un humedal artificial”, se planteó como objetivo proponer una solución de tratamiento complementario a la PTAR del municipio Manta para tratar las aguas grises. El desarrollo de la investigación se desarrolló en 3 fases: la primera, se enmarcó en obtener las principales características físicas y químicas de las aguas grises en la PTAR de Manta; la segunda, se realizó pruebas en un modelo mejorado de humedal artificial para la purificación de aguas servidas; por último, se diseñó un humedal que pueda ser implementado aguas abajo en la PTAR del Municipio Manta. El investigador concluyó que, el humedal implementado de 2 celdas de 14 m de ancho, 56 m de largo, 0.50 m de profundidad reduce las concentraciones de contaminantes del agua residual cerca al 100%.

### ***2.1.2. Nacionales***

Castillo y Terrones (2018) de acuerdo con su tesis titulada “Planteamiento de un sistema ecológico para el mejoramiento de las instalaciones de saneamiento básico en la comunidad de Alizo, dentro del Distrito de Omia, en la Provincia de Rodríguez de Mendoza, ubicada en la región de Amazonas”, el principal objetivo fue diseñar un sistema de saneamiento sencillo y respetuoso con el medio ambiente para la localidad de Alizo. El enfoque de la investigación fue aplicativo con una metodológica descriptiva. El desarrollo de la tesis se desarrolló en tres etapas: inicialmente, se determinó la ubicación de la fuente de captación en la localidad de Alizo para posteriormente determinar el sistema de tratamiento que se dará al agua de consumo; la segunda, se enmarca en diseñar las infraestructuras de agua potable; por último, se realizó el diseño de un sistema ambientalmente amigable para la contención y disposición de excretas a través del uso de unidades de saneamiento con humedales. El investigador concluyó que, el sistema más favorable es la opción tecnológica unidad básica de saneamiento compuesto por dos cámaras composteras de dimensiones de 0.60 m de ancho por 0.75 m de largo y una altura de 0.80 m para cada cámara; asimismo, las dimensiones de la caseta que contendrá en su interior el inodoro especial con separador de orina será de 1.60 m de ancho, 2.80 m de

largo y una altura de 2.40 m; por último, el biofiltro o humedal de 1.50 m de largo, 0.70 m de ancho y 0.60 m de alto que será cubierta por capas de piedra de 1", confitillo y cama de arena.

Castro y Rojas (2021) de acuerdo a su investigación titulada "Implementación de un sistema de saneamiento no convencional a través de UBS en la localidad de San Miguel, ubicada en el centro poblado de Moya, en la región de Huancavelica", tuvo como objetivo conocer de las UBS de la localidad de San Miguel. Se utilizó una metodología cuantitativa con un nivel de investigación descriptivo. El desarrollo del estudio se realizó en tres fases: la primera consistió en detallar las características de percolación del suelo, tipos de suelo y el abastecimiento de agua; la segunda, se realizó la implementación del sistema de UBS según la Norma Técnica Peruana; por último, se realizó la evaluación de los costos de las distintas alternativas determinadas como adecuadas para unidades básicas de saneamiento. El investigador concluyó que, la opción más conveniente y económica, es la unidad básica de saneamiento con dos cámaras composteras y humedal con dimensiones de caseta de 2.20 m de ancho, 2.50 m de largo y 2.15 m de alto; las cámaras composteras tendrán la dimensión de 1.20 m de largo, 1.05 m de ancho y 1.15 m de alto, asimismo, el humedal o bio jardín presenta dimensiones de 0.60 m de alto, 2 m de largo y 1.50 m de ancho, lo cual beneficiaría a una familia conformada por 4.02 miembros que produce un volumen de excretas de 1.07 m<sup>3</sup> al año.

Zanabria (2021) de acuerdo a su tesis titulada "Implementación del sistema de saneamiento ecológico para el procesamiento de aguas residuales en el centro poblado de Occopampa, ubicado en Lircay, Huancavelica", el objetivo de la investigación fue evaluar la eficacia de la implementación del sistema integrado de saneamiento ecológico para el tratamiento de aguas residuales en la localidad de Occopampa. La tesis se desarrolló a través de un método científico y diseño experimental. El desarrollo se realizó en tres partes: la primera, se determinó la eficacia del sistema de saneamiento ambientalmente amigable para el tratamiento de aguas grises; la segunda, se desarrolló el cálculo hidráulico del saneamiento básico; por último, se analizó la evaluación sísmica estructural del reforzamiento propuesto. El investigador concluyó que, mediante la solución planteada de la unidad básica de saneamiento con dos cámaras composteras resuelve el problema del existente, el diseño propuesto presenta dimensiones de cámara compostera de 1.40 m de largo, 0.88 m de ancho, 0.75 m de alto para almacenar 0.92 m<sup>3</sup> de excretas al año para una vivienda compuesta por 5 personas, además, presenta un área de 6.86 m<sup>2</sup> para la caseta.

Sánchez, R. (2022) de acuerdo a su investigación titulada “Comparación técnico-económica de una UBS con sistema de arrastre hidráulico, tanque séptico biodigestor de auto limpieza y compostera continua en el Centro Poblado Betania, San Martín-2020”. Se utilizó una metodología cuantitativa con un nivel de investigación descriptivo. El diseño del presente estudio se enmarcó en tres etapas: la primera, se procedió a determinar el tamaño y la forma de la UBS de acarreo hidráulico con biodigestor y un compostador continuo; la segunda, se desarrolló la comparación técnica del biodigestor y cámara compostera; la tercera, se desarrolló el análisis y evaluación económica de los sistemas propuestos. El investigador concluyó que, según la Norma Técnica Peruana de Diseño se determinó que la UBS con tanque séptico y zanja de percolación es la recomendable para el C.P. Betania, con dimensiones de la caseta de 2.50 m de largo, 1.60 m de ancho y 2 m de alto; asimismo, con una tubería de recolección PVC de 4”, biodigestor de 600 lt de capacidad y una zanja de infiltración de 5 m de largo, 0.60 m de ancho y 0.80 m de profundidad; para beneficiar a una familia de 5 integrantes que producen un volumen de excretas de 1.35 m<sup>3</sup> al año.

Lachira y Chávez (2022) en su investigación titulada “Diseño hidráulica del sistema de agua potable y gestión de excretas en el Caserío Cajas Alumbre, ubicado en Huancabamba, Piura-2022”, tuvo como objetivo desarrollar el cálculo hidráulico del saneamiento básico para el Caserío de Cajas Alumbre. La metodología empleada fue cuantitativa de tipo aplicada. La investigación se enmarcó en 4 fases: la primera etapa, se ha desarrollado el estudio topográfico del Caserío Alumbre; en segunda, se realizó la exploración de calicatas y análisis de suelos en el caserío; la tercera, se propuso el modelo de infraestructura de agua potable; por último, se propuso el sistema sanitario de excretas. El investigador concluyó que, la UBS-COM es la tecnología más adecuada según los aspectos físicos del Caserío Alumbre, la opción tecnológica tiene las dimensiones de 3 m de largo, 2 m de ancho y 2.00 m de alto; asimismo, se tiene dos cámaras composteras de 1.40 m de largo, 0.93 m de ancho y 0.70 m de altura cada una; por último, un humedal para tratamiento de aguas grises de 1 m de ancho, 1.20 m de largo y 0.60 m de profundidad; lo cual beneficiaría a una familia conformada por 3 miembros con un volumen de excretas de 0.20 m<sup>3</sup> al año.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Saneamiento Básico**

El saneamiento básico está definido como el acceso a los diferentes servicios de disposición de excretas y agua potable por parte de la población, que permite gestionar y eliminar de manera higiénica los desechos fecales y las aguas residuales en todas las etapas de la cadena de funcionamiento del sistema sanitario de excretas, iniciando en la contención en los aparatos sanitarios hasta su derivación y disposición final; asimismo, la importancia del acceso de las poblaciones a un saneamiento seguro y privado, supone una mejor calidad de vida (INEI, 2020).

### **2.2.2. Unidad básica de saneamiento compostera**

Las unidades básicas de saneamiento (UBS) son definidos como estructuras o servicios diseñados con el fin de contener y tratar residuos fecales antes de su derivación y eliminación final, con el fin de promover la higiene personal y comunitaria. (Schertenleib y Lane, 2018)

- UBS con empuje hidráulico. Son unidades de saneamiento básico que transportan los residuos desde los aparatos sanitarios hasta la planta de tratamiento utilizando la fuerza de tracción producida por el agua. Dentro de las opciones tecnológicas tenemos la UBS con tanque séptico mejorado. (MVCS, 2018)
- UBS sin empuje hidráulico. Son unidades de saneamiento básico que no hacen uso de la fuerza de empuje producida por el agua, las heces son almacenadas in situ. Dentro de los tipos tenemos las unidades de hoyo seco ventilado, con cámaras composteras y para zonas inundables. (MVCS, 2018)

La UBS-ZIN es un sistema sin empuje hidráulico que permite almacenar las heces en cámaras composteras elevadas del nivel de terreno natural, con el propósito de erradicar los microorganismos patógenos a través de la privación de humedad, logrando que las heces puedan ser reutilizadas como mejorador de suelos después de un tiempo de secado; esta opción tecnológica se instala en comunidades donde los criterios técnicos según las características topográficas, de suelo y dotación de agua permiten su sostenibilidad, siendo implementado en localidades que se encuentran inundadas por temporadas o permanentemente. (MVCS, 2018)

### ***2.2.3. Criterios para la validación de opciones tecnológicas para saneamiento rural***

Los criterios de validación están definidos en la normativa técnica peruana que regula el diseño de sistemas de saneamiento en entornos rurales, aprobada mediante Resolución Ministerial N°192-2018-MVCS, dentro de los cuales se considera: la disponibilidad de agua para consumo humano, nivel freático, cercanía de pozos de agua utilizables por el hombre, si existe zonas inundables, disponibilidad de terreno, el tipo de suelo, posibilidad de realizar el vaciado del depósito de excrementos por parte de los pobladores, el reúso de residuos fecales como abono para la tierra, si existe el uso del papel suave para la limpieza anal, aceptabilidad de los costes de mantenimiento y solución propuesta; estos factores, son determinados según los estudios llevados a cabo en la localidad en estudio. La validación de la opción tecnológica se basa en la aplicación del algoritmo establecido por la normatividad peruana. (MVCS, 2018)

### ***2.2.4. Estudio topográfico***

El estudio topográfico es relevante para proyectos de saneamiento básico, ya que, la identificación de elevaciones, depresiones topográficas y cotas servirán para describir el área donde se implementará el proyecto. El estudio topográfico implica el uso de equipos de levantamiento topográfico como el teodolito, estación total, dron topográfico, GPS y niveles de ingeniería, así también, es necesario contar con softwares para el procesamiento de datos topográficos. Los topógrafos o especialistas en topografía son los encargados de llevar a cabo estas mediciones y análisis. (Mejía et al., 2016)

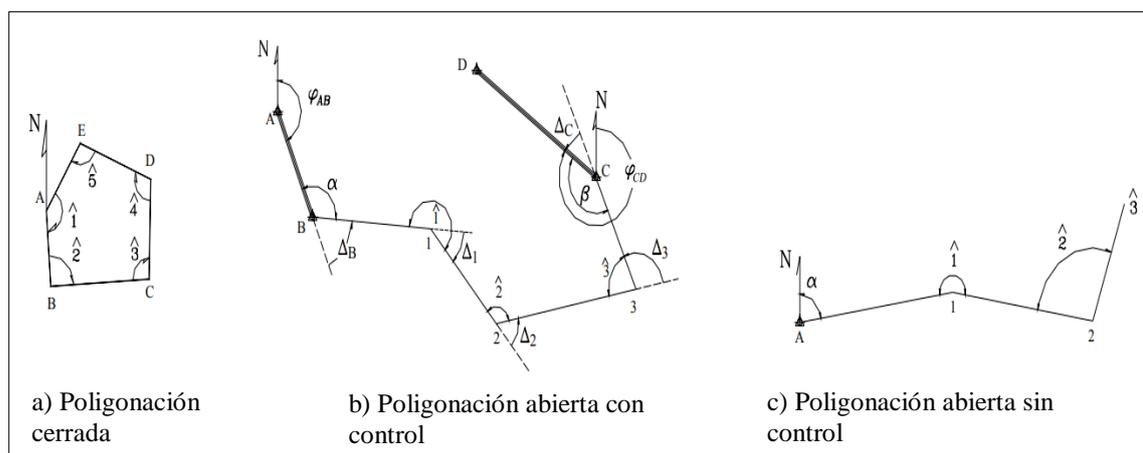
El estudio topográfico para proyectos de saneamiento rural es generalmente elaborado a partir de BMs auxiliares debido a la falta de puntos geodésicos en estas localidades. Durante la fase de trabajo de campo, es esencial identificar las características principales de la zona, incluyendo viviendas, reservorios, captaciones, así como infraestructura de redes telefónicas o eléctricas. Todos estos detalles deben quedar debidamente registrados en el informe final de topografía, que incluirá información derivada del trabajo de campo y del análisis en gabinete, coordenadas UTM, planos topográficos y fotografías. (PNSU, 2016)

La poligonación es un procedimiento común para realizar el levantamiento topográfico, consiste en establecer puntos de control para la elaboración de planos y levantamiento de detalles, siendo una poligonal la sucesión de líneas conectadas entre sí por los vértices; las poligonales se clasifican en poligonales cerradas y abiertas. (Casanova, 2002)

- Poligonales abiertas: El punto de partida y el último no son el mismo, se conocen las coordenadas de ambos y la orientación de las líneas, no siendo posible realizar el cierre, pero si el control lineal; generalmente utilizado para proyectos de sistemas de saneamiento. (Casanova, 2002)

### Figura 3

*Formas de poligonación para el estudio topográfico*



*Nota.* Adaptado de *Figura 5.3. Diferentes tipos de poligonales* (p.53), por Casanova (2002)

#### 2.2.5. Estudio de suelos

Un elemento crucial que influye en el diseño de estructuras de saneamiento, tanto en entornos urbanos como rurales, se relaciona con el análisis de los suelos. Este análisis implica la recopilación de datos de exploración, pruebas de laboratorio, perfiles estratigráficos, pruebas de percolación, entre otros métodos. (PNSU, 2016)

El estudio de suelos es realizado ubicando las zonas representativas en la cual se realizará la proyección de las diferentes infraestructuras contemplados en el proyecto de saneamiento, las pruebas realizadas a las muestras obtenidas del suelo sirven para obtener los parámetros mencionados para la clasificación de suelos, estos deberán ser realizadas de acuerdo con la norma aplicable indicada en la Tabla 1. (NTP E.050, 2018)

**Tabla 1***Reglamento para los ensayos de suelo*

<b>Descripción</b>	<b>Normatividad</b>
Ensayo para la determinación de la granulometría.	N.T.P. 339.128
Ensayo para establecer el límite líquido, límite plástico y coeficiente de plasticidad en terrenos.	N.T.P. 339.129
Procedimientos de prueba para establecer la cantidad de humedad en un terreno.	N.T.P. 339.127
Método para categorizar suelos con objetivos ingenieriles (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS).	N.T.P. 339.134

*Nota.* NTP E.050 (2018)

De acuerdo a los ensayos realizados, el profesional responsable debe realizar la clasificación de las muestras en referencia al SUCS; así mismo, la clasificación debe ser contrastado con la descripción obtenida en los perfiles estatigráficos proporcionados por el laboratorio de mecánica de suelos. (NTP E.050, 2018)

**a) Determinación del análisis granulométrico**

El ensayo se realiza de acuerdo a lo estipulado en la NTP 339.128 para obtener la clasificación de suelos de manera descriptiva. Originalmente el ensayo se realizaba por medio de la división del suelo en 3 o 4 fracciones debido a la dificultad de los procedimientos disponibles para esa época, posteriormente con la aparición de los tamices se lleva a cabo el cribado, con lo cual se realiza el dibujo de las curvas granulométricas. (Juárez y Rico, 2005)

**b) Determinación del límite líquido, límite plástico**

El índice de plasticidad, el límite plástico y el límite líquido son elementos fundamentales para la clasificación de suelos y la comprensión de sus propiedades mecánicas. El límite líquido (LL) indica la cantidad de agua en la cual una muestra de suelo pasa de una fase semilíquida a plástica, y se mide utilizando el dispositivo casagrande. Por otro lado, el límite plástico (LP) representa la cantidad de agua en la cual la muestra de suelo transita de una fase plástica a semisólida, determinándose mediante la formación de pequeños cilindros de 3 mm de diámetro. Además, se emplea junto con otras propiedades del suelo para establecer correlaciones con comportamientos como compresibilidad, contracción-expansión, permeabilidad, compactabilidad y resistencia al corte. (NTP, 1999)

### **c) Determinación del contenido de humedad**

La humedad del suelo se refiere al porcentaje de agua presente en un volumen específico de suelo, y se calcula mediante el proceso de secado de una muestra. La diferencia de peso entre la muestra de suelo antes y después del secado representa el peso de las partículas sólidas, mientras que la diferencia de peso con respecto al peso inicial se corresponde con el peso del agua. La relación entre estos dos valores permite calcular el contenido de humedad en el suelo. (NTP, 1998)

### **d) Clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS)**

La clasificación de suelos se basa en información obtenida en laboratorio para la granulometría del material, límite plástico y límite líquido; a partir de estos parámetros se divide en grupos de granulometría gruesa, granulometría fina y orgánicos, a su vez, estos están divididos en un total de 15 subgrupos según la matriz de clasificación SUCS. (NTP, 1999)

### **e) Nivel freático**

El nivel freático hace referencia a la profundidad a la que se encuentra el suelo saturado de agua, tal como se visualiza en los perfiles estratigráficos del suelo. Es fundamental resaltar que la elección del sistema de gestión de desechos sanitarios está vinculada directamente a la profundidad del nivel freático en el subsuelo. En lugares donde esta profundidad sea inferior a 4 metros, se deben emplear unidades básicas sin necesidad de empuje hidráulico o equipadas con cámaras de compostaje, de acuerdo con las directrices establecidas por la normativa peruana. (MVCS, 2018)

#### ***2.2.6. Caudal de aforo***

La determinación del caudal de aforo es uno de los factores utilizados para el diseño de estructuras de saneamiento, motivo por el cual, se debe conocer el caudal de agua que los manantes ofrecen y precisar la cantidad de población que se puede abastecer. Es crucial tener en cuenta que esta determinación debe llevarse a cabo en diferentes momentos, abarcando tanto épocas de sequía como meses caracterizados por precipitaciones intensas. Esto permite calcular tanto los caudales mínimos como los máximos, lo que resulta fundamental para confirmar si el caudal mínimo ofrecido por el manantial supera el consumo diario máximo de la población. El método más ampliamente utilizado para este propósito es el enfoque volumétrico. (OPS, 2009)

- **Método volumétrico**

El método volumétrico se emplea con el propósito de medir el tiempo requerido para que el agua llene un envase de volumen predefinido, lo que permite determinar el caudal suministrado por el manantia. (OPS, 2009)

$$\text{Caudal} \left( \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \right) = \frac{\text{Volumen(lt)}}{\text{Tiempo (seg)}}$$

#### **Figura 4**

*Aplicación del aforo volumétrico*



*Nota.* Adaptado de *¿Cómo aforar pequeñas fuentes de agua por el método volumétrico?* (p.12), por Delgadillo, (2014)

#### **2.2.7. Dotación de agua**

La dotación de agua se define como el caudal de agua entregada a una población para cubrir sus requerimientos diarios de consumo y utilización, expresada en litros por habitante y es esencial para garantizar la sostenibilidad de las diversas estructuras de saneamiento. En este contexto, es importante que el manantial ofrezca un suministro de agua suficiente para el funcionamiento eficaz de la UBS. Cuando no se dispone de datos previos sobre el consumo, se recurre a las cantidades establecidas en la Tabla 2, tomando en consideración la región geográfica y el tipo de opción a utilizar. (MVCS, 2018)

**Tabla 2***Dotación de agua según región geográfica*

<b>Región geográfica</b>	<b>Dotación de UBS-COM, UBS-ZIN (l/hab.d)</b>	<b>Dotación de UBS-TSM (l/hab.d)</b>
Sierra	50	80

*Nota:* Adaptado de MVCS (2018)**a) Consumo máximo diario (Q<sub>md</sub>)**

Es el caudal máximo de agua que puede ser consumida o utilizada en un lapso de 24 horas, indica la cantidad de agua proporcionada a los beneficiarios durante todo el día, de no contar con estudios, se considera un coeficiente de 1.3 respecto a la cantidad de agua promedio diario anual calculada en base a la dotación de agua. (PNSU, 2016)

$$Q_p = \frac{Dt \times Po_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_p$$

Donde:

- Q<sub>p</sub>: Caudal promedio diario anual en l/s
- Q<sub>md</sub>: Caudal máximo diario en l/s
- Dt: Dotación en l/hab.d
- Po<sub>d</sub>: Población de diseño en habitantes (hab)

**b) Consumo máximo horario (Q<sub>mh</sub>)**

Cantidad máxima de agua utilizada durante una hora específica, si no se cuenta con estudios específicos del valor exacto de consumo en una hora establecida, se toma en cuenta el coeficiente de 2.0 respecto a la cantidad de agua promedio diario anual. (PNSU, 2016)

$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Donde:

- Q<sub>p</sub>: Caudal promedio diario anual en l/s

- Qmh: Caudal máximo horario en l/s

### **2.2.8. Criterios de diseño de la UBS-ZIN**

La UBS-ZIN está compuesto por una caseta y dos cámaras composteras; al interior de la caseta se ubica un urinario, taza especial, lavatorio, ducha y lavadero multiusos; el inodoro con separador de orina permite que los excrementos puedan ser almacenados dentro de las cámaras composteras y reutilizadas siempre en cuando se cuente con la aceptabilidad de la familia o población. Respecto a las aguas residuales proveniente de los aparatos sanitarios son evacuadas a un humedal, el cual es un sistema de tratamiento complementario utilizado en las zonas propensas o inundadas constantemente que poseen un nivel de infiltración nula o por encima de los 12 min estipulado en la IS.020. (MVCS, 2018)

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento establece distintos criterios y recomendaciones para la caseta, cámaras composteras, aparatos sanitarios y ventilación que se detalla a continuación:

#### **a) Caseta**

- Para el diseño de la caseta con las cámaras composteras sobre el nivel del terreno debido a las inundaciones se puede considerar dimensiones útiles de 2.20 m x 1.60 m con un piso de concreto de 0.10 m.
- La caseta puede ser construida en mampostería (muro de ladrillo) o también con materiales prefabricados, que cumplan con condiciones mínimas como: resistencia mínima a la compresión de 70 kg/m<sup>2</sup>, resistencia al impacto mayor o igual del muro de ladrillo, impermeable, ignifugo, aislante térmico, no oxidable y no debe permitir la proliferación de hongos.
- La puerta de acceso para la caseta será considerada de 0.70 m de ancho, 2.00 m de alto, ubicada en el frontis de la caseta, la altura de las paredes puede ser considerada de 2.15 m a partir del piso de concreto.
- La iluminación dentro de la UBS será proporcionada por las ventanas con una altura que no perjudiquen la privacidad de los usuarios.
- Las dos cámaras composteras deben considerar su apertura hacia la caseta, considerando que uno de los agujeros debe ser sellado, mientras en la otra debe estar instalado la taza especial.
- Se debe prever un sistema que permita conducir la orina a un almacenamiento o

hacia el sistema de tratamiento complementario.

#### **b) Cámaras composteras**

- Se debe construir dos cámaras composteras que trabajen de manera independiente y alternada, en la cual, el periodo de uso de cada cámara son 02 años (01 año de uso y 01 año clausurado, antes de ser vaciadas para volver a ser utilizadas).
- Las cámaras deben ser independientes con tres aberturas; la primera para el ingreso de las heces; la segunda, para la tubería de ventilación; y la última, para el retiro de los desechos humanos.
- Las cámaras pueden ser construidos en mampostería (muro de ladrillo) o también con materiales prefabricados, en cuyo caso debe cumplir condiciones como: resistencia mínima a la compresión de 70 kg/m<sup>2</sup>, impermeable, ignífugo, aislante térmico, no oxidable y no debe permitir la proliferación de hongos.
- Se debe considerar el volumen mínimo para la cámara compostera de 1.10 m<sup>3</sup> y el volumen máximo de 2.23 m<sup>3</sup>.

#### **c) Aparatos sanitarios**

- El material para el inodoro especial podría ser granito, losa vitrificada o plástico reforzado, con el fin de realizar fácil la limpieza y cuya textura no lastime a los usuarios.
- La taza especial debe ser de uso para niños, adultos y ancianos, para varones y mujeres.
- Debe ser instalado herméticamente para impedir la emisión de olores desagradables.
- El inodoro especial debe ser conectada a una tubería de 2" que conduce la orine hacia un sistema de tratamiento complementario o depósito.
- El material de fabricación del inodoro debe tener la suficiente resistencia para permitir la reubicación sin sufrir daños.

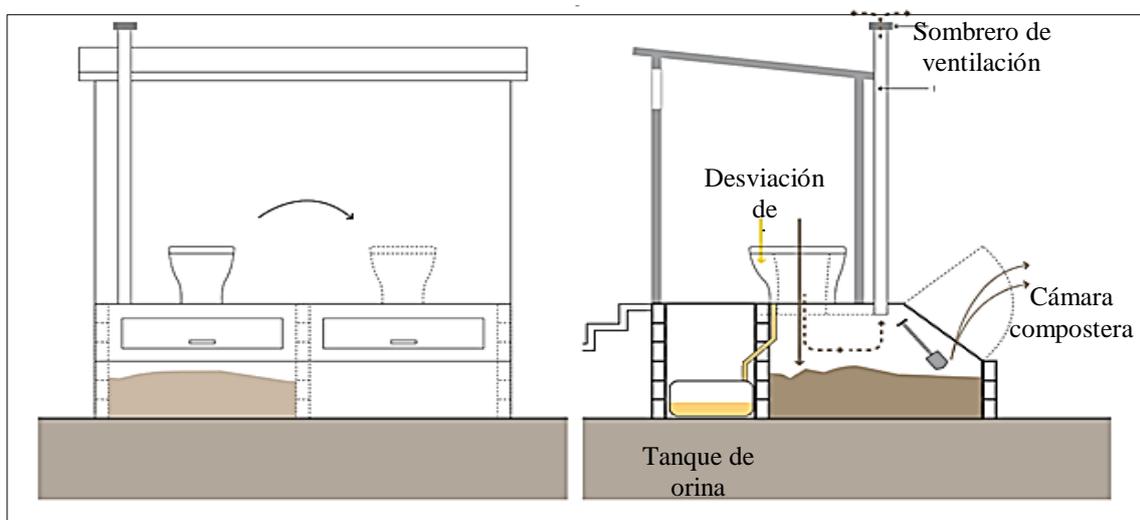
#### **d) Ventilación**

La tubería de ventilación permite liberar los olores y gases contenidos en las cámaras composteras hacia el exterior, el cual debe cumplir criterios como:

- La tubería de ventilación debe ser PVC de 4" preferentemente color negro y adosado a la pared posterior de la caseta.
- Se debe colocar en la parte superior y final de la tubería un sombrero de ventilación del mismo diámetro para evitar el ingreso de residuos y protección frente al clima.
- La junta de la tubería de ventilación con las cámaras composteras debe ser sellada con concreto en la proporción de 1:5.

**Figura 5**

*Modelo de cámaras de deshidratación e inodoros con separador de orina*



*Nota.* Adaptado de S.7. *Cámaras de deshidratación* (p.65), por Schertenleib y Lane (2018)

### **2.2.9. Volumen de la cámara compostera**

Según el MVCS (2018) el volumen de la cámara compostera corresponde a las dimensiones requeridas para poder almacenar las excretas generadas por los usuarios de la vivienda, considerando que la retención de excretas será de 1 año como máximo y 1 año sellado para completar el proceso de secado y eliminación de patógenos, en tal sentido, el dimensionamiento de la cámaras se calcula mediante la fórmula:

$$V = (4/3) \times P \times F \times N$$

Donde:

- V : Vol. de la cámara compostera
- P : Densidad de habitantes por vivienda

- F : Tasa de acumulación de lodos fecales, se estima el mínimo de 0.20 m<sup>3</sup> residuos/año debido a la acción de microorganismos.
- N : Periodo de acumulación – digestión

#### a) Periodo de diseño

Hace referencia al periodo de las estructuras en la cual se considera que la infraestructura realice su función sin necesitar reparaciones o mejoras, se considera la susceptibilidad de las instalaciones sanitarias, incremento de habitantes y costos de operación. Es importante destacar que el año de inicio se corresponde con la fecha inicial de recopilación de datos en la localidad. (MVCS, 2018)

### Tabla 3

*Periodo de diseño de la UBS-COM*

Estructura	Periodo de diseño
UBS compostera y zona inundable	10 años

*Nota.* Adaptado de MVCS (2018)

#### b) Población futura

La población futura es el numero de habitantes que se va a obtener en un tiempo establecido o periodo de diseño para la cual va a ser diseñada las infraestructuras sanitarias en donde cumplan sus funciones satisfactoriamente. El valor se obtiene con métodos cuantitativos como el método aritmético. (Mejía et al., 2016)

#### c) Método Aritmético

El método aritmético sugiere que el aumento de la población es una variable constante, por lo cual es necesario establecer la tasa de crecimiento o promedio anual según los datos censales de cada zona. (Mejía et al., 2016)

$$Pf = Pi * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Dónde:

- Pf: Población futura (hab)
- Pi: Población inicial (hab)
- r: Tasa de crecimiento anual (%)
- t: Período de diseño (años)

Así mismo, en caso no exista datos censales de la población materia de estudio, se puede fijar tasas de crecimiento de localidades con características similares a la jurisdicción que corresponde, por otro lado, si el valor es negativo se recomienda adoptar la población futura igual al actual. (Mejía et al., 2016)

#### **d) Densidad poblacional**

El cálculo de la densidad poblacional es un factor determinante para el dimensionamiento de las cámaras composteras, se refiere a la población total que habitan una cantidad determinada de viviendas, es un parámetro que aportará al cálculo del volumen de excretas generada por año que la cámara compostera tendrá que almacenar. Para la determinación del parámetro se divide la cantidad total de habitantes de un centro poblado o área terrestre entre el número de viviendas existente. (Mejía et al., 2016)

$$\text{Densidad poblacional} = N^{\circ} \text{ hab} / N^{\circ} \text{ viv}$$

#### **e) Tasa acumulación lodos fecales**

Hace referencia al volumen de excretas generados en los sistemas de tratamiento sin empuje hidráulico compuesto por cámaras composteras donde se separa los sólidos y líquidos para su disposición final o reutilización; en ese sentido, de acuerdo a la normatividad peruana y a las recomendaciones del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente se considera 0,20 m<sup>3</sup> de excretas por año generado por una persona, teniendo en cuenta la acción de los microorganismos que generan una reducción de volumen. (MVCS, 2018)

#### **f) Periodo de acumulación de lodos fecales - digestión**

Las UBS-ZIN está compuesta por dos cámaras composteras autónomas y contiguas que funcionan alternadamente, teniendo en cuenta que cada cámara trabaja por el lapso de 1 año de operación y una vez alcanzada su capacidad máxima se considera 1 año sellado. (MVCS, 2018)

### **2.2.10. Zona inundable**

Área geográfica propensa a ser cubierta por agua debido a precipitaciones, desbordamientos de ríos, lagos u otros eventos, ya sea de manera temporal o permanente, y que afecta directamente la capacidad de absorción del suelo. Los terrenos inundables recurrentes generalmente se encuentran en zonas cercanas a cuerpos de agua y están caracterizados por una formación geológica que consiste en materiales no consolidados depositados, los cuales son el resultado del transporte de sedimentos. (MARM, 2011)

Esta área corresponde a la ubicación del proyecto de saneamiento y tiene el potencial de inundarse, lo que dificulta la ejecución de sistemas de alcantarillado. Además, las pruebas de percolación indican una baja capacidad de infiltración del agua en el suelo. Por lo tanto, es necesario reutilizar las aguas grises tratadas para riego o infiltración, y no está permitido verterlas directamente al suelo. Para lograr esto, se utiliza un sistema adicional que incluye un humedal o bio jardinería para tratar las aguas residuales, según las pautas establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en 2018. (MVCS, 2018)

### **2.2.11. Test de percolación**

Es un ensayo utilizado para obtener el valor cuantitativo de la velocidad de infiltración que presenta un determinado suelo, medido en el tiempo que tarda en filtrar 1cm de agua; según los datos resultantes del test se podrá determinar el uso de zanjas de infiltración, pozo de percolación o humedales para la purificación de las aguas residuales. (NTP IS.020, 2006)

Los suelos pueden ser clasificados según el tiempo de infiltración mostrados en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Clases de suelo según el tiempo de infiltración*

<b>Clase de suelo</b>	<b>Tiempo de infiltración</b>
Rápidos	0 - 4 min
Medios	4 - 8 min
Lentos	8 - 12 min

*Nota.* Adaptado de NTP IS.020 (2006)

Los terrenos con infiltración rápida o media, puede considerar el uso de pozos de absorción; por otro lado, en suelos con filtración lenta, se sugiere optar por zanjas de percolación para

la infiltración de aguas residuales; en caso sea mayor a 12 minutos se recomienda un sistema diferente como el humedal o bio jardinería. (MVCS, 2018)

Así también, la norma IS.020 establece que en caso se proyecte la construcción de zanjas de percolación la profundidad mínima normada es de 0.60 m y 2.00 m respecto al nivel freático, en caso se proyecte pozos de absorción, tiene una profundidad mínima de 2.00 m y 2.00 m respecto a la capa freática. (NTP IS.020, 2006)

A continuación, se establece el procedimiento para realizar el ensayo de percolación.

**a) Ubicación de las pruebas**

Se llevarán a cabo pruebas representativas en diferentes puntos distribuidos de manera equidistante donde se proyecta los sistemas complementarios de disposición de aguas residuales.

**b) Tipo de agujeros**

Se excavarán agujeros de 0.30 m de largo, 0.30 m de ancho y 0.30 m de profundidad.

**c) Preparación del agujero de prueba**

Se utilizará un cuchillo u otra herramienta para raspar meticulosamente las paredes o bordes del agujero realizado; posteriormente, se añadirán 5 centímetros de arena gruesa en la parte inferior del agujero.

**d) Saturación de suelo**

Se procederá a llenar con precaución el agujero excavado con agua hasta superar en 0.30 m en altura a la capa de grava de manera permanente por el lapso de 4 horas, posterior a las 24 horas del primer llenado del agujero, se procederá a medir el tiempo de infiltración.

**e) Determinación de la tasa de percolación**

- En caso de que el agua se mantenga en el agujero después de la saturación por 4 horas, se realizará un reajuste a la profundidad para que se pueda tener agua en 25 cm de altura. Después de ello, se registrará la disminución del nivel del agua en un intervalo de 30 min, usando un punto de referencia.
- Si el agua no se mantiene en el hueco, se agregará agua con una altura de 15 cm por encima de la grava y se procederá a medir la infiltración en intervalos de 30 minutos

y lapso de 4 horas.

### ***2.2.12. Humedal artificial o bio jardinerías***

Según Vidal y Hormazábal (2018) los humedales o bio jardinerías son tecnologías alternativas utilizadas para purificar las aguas servidas de los principales contaminantes orgánicos, son económicas, de fácil construcción y manejo; diseñadas para replicar los procesos naturales de los ecosistemas generados en los bio jardines, los principales mecanismos de reducción de contaminantes son:

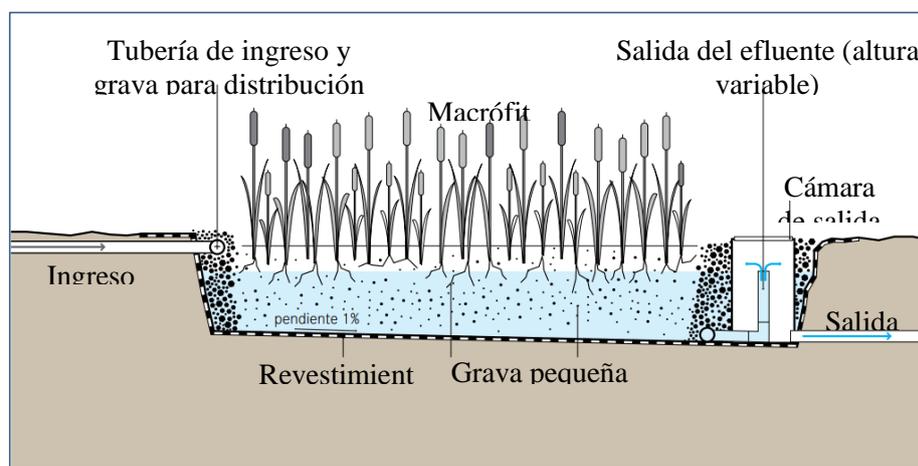
- Físicos (fisisorción, filtración y sedimentación)
- Químicos (hidrólisis, oxidación, reducción, precipitación o adsorción química)
- Biológicos.

Las bio jardinerías de flujo horizontal descarga el afluente de las UBS al inicio del sistema de tratamiento y permite que el agua fluya lentamente con una trayectoria horizontalmente a través del material permeable debajo de la superficie del lecho hasta la estructura de salida. Durante el recorrido de las aguas residuales por las raíces y rizomas de las macrófitas se producen zonas anaeróbicas, aeróbicas y anóxicas que eliminan compuestos orgánicos (DBO5, DQO, SST) así también, eliminan nitratos existentes en el humedal. (ONU, 2008)

- Bio jardinería de flujo subsuperficial. Los HFH subsuperficial permiten que el agua circule por medio de un ambiente granular, cuya profundidad está definida por la capacidad de crecimiento de las raíces de las macrófitas utilizadas. Éstas se establecen en el material granular y permite que el agua entre en contacto con los rizomas y las raíces de la vegetación. (CONAGUA, 2019)

## Figura 6

### Bio jardinería de flujo subsuperficial



*Nota.* Adaptado de T.6. *Humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial* (p.107), por Schertenleib y Lane (2018)

### Caudal de aporte unitario

Según el MVCS (2018) establece el cálculo del caudal de aporte unitario o afluente que genera la UBS-ZIN que va a ser tratado en el humedal artificial, depende de la densidad poblacional por la dotación de agua y un 80 por ciento de contribución de aguas servidas, resultando en la siguiente ecuación:

$$Q = \text{dot} \times \text{dens} \times 80\%$$

Donde:

- Q: Caudal de las aguas residuales generadas (l/d)
- Dot: Dotación de agua (l/hab. día)
- Dens: Densidad poblacional (hab/viv)

#### a) Macrófitas

Las plantas o vegetación existente en los humedales son comúnmente conocidas como macrófitas. Las especies vegetales son determinantes para el funcionamiento de los humedales. Dentro de sus propiedades destaca la reducción de la intensidad luminosa que evita la proliferación de algas, efecto de filtración, excreción de oxígeno, incrementa la biopelícula de microorganismos, absorción de nutrientes, evita la obstrucción del medio y

disminuye el fenómeno de la erosión. (CONAGUA, 2019)

Según el Comité Nacional del Agua (2010) las especies vegetales que son utilizados con regularidad en los humedales artificiales a nivel internacional se clasifican en 3 grupos dependiendo al lugar donde se desarrollen.

- Flotantes. Macrófitas que se desarrollan en la superficie del humedal, siendo usadas por humedales superficiales.
- Emergentes. Especie vegetal que fija su raíz al fondo, asimismo, tienen la capacidad a adaptarse en diferentes aguas residuales y pueden crecer lo necesario para poder aprovechar la luz fuera del agua a través de sus hojas, siendo usadas por humedales superficiales y subsuperficiales.
- Sumergidas. Son especies vegetales que se desarrollan enteramente dentro del agua, siendo usadas por humedales superficiales.

**Tabla 5**

*Especies de macrofitas utilizadas en humedales subsuperficiales.*

<b>Especies emergentes</b>	<b>Nombre común</b>
Enea de hoja estrecha	Tule
Enea de hoja ancha	Tule, espadaña
Scirpus sp	Tule, junco
Ciperáceas	Junco

*Nota.* CONAGUA (2019)

**Tabla 6**

*Características de la totora*

<b>Nombre común</b>	<b>Eficiencia de transporte de oxígeno (mg O<sub>2</sub>/g h)</b>	<b>Tolerancia a contaminantes</b>	<b>Temperatura para desarrollo</b>
Totora	0.23	Aguas subterráneas contaminadas con petróleo y nitrato	Temperatura óptima de 16°C a 27°C, temperatura mínima de -20°C

*Nota.* Adaptado de CONAGUA (2019) y Delgadillo et al. (2010)

Así también, según CONAGUA (2019) se tiene que tener los siguientes parámetros para la

elección de la macrofita.

- Tipo de humedal
- Profundidad del lecho
- Acceso a la macrófita
- Tolerancia a temperaturas locales
- Resistencia a insectos y enfermedades
- Facilidad de operación y mantenimiento

**b) Totora (*Scirpus californicus totur*)**

La totora es una especie vegetal o macrófita que se encuentra dentro de la lista de especies vegetales plantas Fito depuradoras empleadas en humedales de sistemas de flujo subsuperficial, son plantas rústicas que por lo general no presentan plagas o enfermedades en su aplicación a humedales artificiales, por tal motivo, lo hace una buena opción. (Delgadillo et al., 2010)

Se tiene referencia respecto a la capacidad depuradora generado por las totoras en las biojardinerías, presentado en la siguiente Tabla 7.

**Tabla 7**

*Reducción de contaminantes en humedales con totora*

<b>Variables</b>	<b>% de reducción</b>
Metales pesados	85%
Nitrógeno	22 a 33%
Fosfato	30%
Fósforo	20%
Coliformes y bacterias	99.9%

*Nota.* Datos extraídos de Ujang (2004) y Soto (1999)

La totora tiene un gran rango de adopción donde las condiciones evitan la posibilidad de crecimiento de otras especies vegetales; es por ese motivo que, constituye una de las principales especies utilizadas para los humedales, son plantas generalmente de climas templados con una temperatura media óptima de 16°C a 27°C, encontrándose en zonas frías como el lago Chinchaycocha en Junín y el lago Titicaca en Puno, pueden soportar climas

extremos de  $-25^{\circ}\text{C}$ . (Delgadillo et al., 2010)

El método de implantación recomienda que las plantas iniciales provengan de poblaciones próximas al área donde se establecerá el humedal, garantizando así su adaptación. Además, los rizomas deben medir 10 cm de largo y presentar brotes en sus puntas. La raíz debe ser ubicada 5 cm por debajo del sustrato o del nivel del medio. Luego, el lecho o humedal se llena con agua hasta alcanzar la superficie. Comúnmente, la totora desarrolla raíces de 18 a 36 cm tras la implantación inicial. (Delgadillo et al., 2010)

Adicionalmente, cabe indicar que el efecto depurador de los humedales varía según las estaciones del año, debido a que en verano aumenta la actividad de las macrófitas, existiendo un mayor porcentaje de purificación respecto a los indicadores fecales y bacterias en verano que en invierno, finalmente, es necesario mencionar que las plantas aportan un 20% de remoción adicional al tratamiento en los humedales que los sistemas de tratamiento sin plantas. (Delgadillo et al., 2010)

Según Delgadillo et al. (2010) la adaptación de la totora a la grava es un aspecto importante, por lo cual, múltiples autores realizaron pruebas de implantación de totora en dicho sustrato, resultando en los siguientes valores.

**Tabla 8**

*Resultados de brotación*

<b>Parámetro</b>	<b>Totora de laguna Alalay con agua residual</b>	<b>Totora de laguna Alalay con agua limpia</b>
Inicio de brotación después de la siembra	11	18
Total, de días de la prueba	118	118
N° total de brotes	28	10
Índice de brotación semanal	1.7	0.6

*Nota.* Datos extraídos de Delgadillo et al. (2010)

### **c) Área superficial del humedal**

El área del humedal es determinado según el tipo de contaminante a reducir, siendo generalizado para la disminución del DBO5 (Delgadillo et al., 2010); dentro de los criterios establecidos para el cálculo del área se considera las concentraciones de DBO5 en el

afluente y efluente, la profundidad del lecho, la porosidad del sustrato, el tiempo de retención y la constante de velocidad de reacción del sistema (MARM, 2010), del mismo modo la normatividad peruana aprobado mediante Resolución Ministerial N°192-2018-MVCS indica la siguiente fórmula:

$$A_s = \frac{Q(\ln C_o - \ln C_e)}{K_{vt} \cdot D_m \cdot n}$$

Donde:

- $A_s$ : Área superficial del humedal (m<sup>2</sup>)
- $Q$ : Caudal del afluente (m<sup>3</sup>/día)
- $K_{vt}$ : Constante cinética de primer orden dependiente de la temperatura (d<sup>-1</sup>)
- $D_m$ : Propuesta de profundidad de lecho (m)
- $n$ : Porosidad del medio granular (%)
- $C_o$ : Concentración de DBO<sub>5</sub> en el afluente (gr/m<sup>3</sup>)
- $C_e$ : Concentración de DBO<sub>5</sub> en el efluente (gr/m<sup>3</sup>)

#### d) Constante cinética ( $K_{vt}$ )

Según el MARM (2010) la constante cinética es un parámetro matemático que se utiliza para describir y predecir el rendimiento de los procesos de purificación en las biojardinerías, el cálculo de la constante cinética ( $K_{vt}$ ) es realizada mediante la ecuación de Arrhenius considerando que para los HFH subsuperficial el valor de  $K_{v20}$  es 1.104 d<sup>-1</sup>, con  $\theta$  igual a 1.06; para los HFH superficiales el valor de  $K_{v20}$  es 0.678 d<sup>-1</sup> y  $\theta$  se mantiene con 1.06. según la siguiente ecuación:

$$K_{v,T} = K_{v,20} \cdot \theta^{T-20}$$

Donde:

- $T$ : Temperatura promedio (C°)
- $\theta$ : Coeficiente de Arrhenius

#### e) Porosidad de sustrato filtrante

La porosidad de sustrato filtrante se refiere a la proporción de espacio vacío o poros en relación con el volumen total del sustrato, en el humedal el sustrato filtrante se utiliza como medio poroso a través del cual el agua fluye y se somete a procesos de filtración, retención

y tratamiento. Para los HFH se recomienda que la porosidad fluctúe entre 0.65 – 0.75, y en caso de los humedales subsuperficiales puede ser de 0.35, considerando los sustratos de la Tabla 9. (MARM, 2010)

Es recomendable considerar del diámetro de la grava de ingreso y salida de 50 mm a 100 mm, mientras que para la zona de plantación, grava fina de un solo diámetro entre 3 mm a 32 mm. (Delgadillo et al., 2010)

**Tabla 9**

*Valores de la porosidad para distintos materiales.*

<b>Material granular</b>	<b>Tamaño efectivo d10* (mm)</b>	<b>Porosidad (n)</b>
Arena	2	0.32
Arena graduada	8	0.35
Grava fina	16	0.38
Grava media	32	0.40
Grava	128	0.45

*Nota.* MARM (2010)

#### **f) Determinación del largo necesario**

La determinación del largo necesario es establecida según el área superficial resultante dividido entre el ancho considerado según la proporción establecida para evitar flujos preferenciales dentro los humedales. (CONAGUA, 2019)

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

Donde:

- L: Longitud del humedal (m)
- A1: Área superficial (m<sup>2</sup>)
- W: Ancho mínimo requerido (m)

#### **g) Retención hidráulica**

La retención hidráulica es el periodo que el flujo de agua residual se encuentra dentro del

humedal para completar las reacciones físicas, químicas y biológicas. (CONAGUA, 2019)

$$TRH = \frac{As \cdot y \cdot n}{Q}$$

Donde:

- TRH: Tiempo de retención hidráulica (día)
- As: Área superficial (m<sup>2</sup>)
- y: Profundidad del humedal (m)
- n: Porosidad del medio (%)
- Q: Caudal (m<sup>3</sup>/día)

#### **h) Número de macrófitas requeridas**

Es recomendable realizar la siembra de macrófitas en temporadas de lluvia con el fin de asegurar el caudal de agua requerida para cubrir las raíces de las plantas. Sin embargo, es relevante revisar las características de las macrófitas seleccionadas para disminuir el riesgo de mortandad de las plantas. (CONAGUA, 2019)

$$N_v = \left( \frac{L}{d_{M-M}} - 1 \right) \left( \frac{W}{d_{M-M}} - 1 \right)$$

Donde:

- N<sub>v</sub>: Número de macrófitas
- d<sub>m—m</sub>: Distancia entre macrófitas
- L: Largo de la bio jardinería
- W: Ancho de la bio jardinería

#### **i) DBO5 del afluente y efluente**

Determinar los diferentes parámetros de las aguas servidas mediante pruebas de laboratorio es fundamental para poder dimensionar el humedal, generalmente no será posible si no existe una red colectora; por lo tanto, las características de calidad del agua servida podrán ser estimados a través de comparaciones realizadas con datos de poblaciones similares cercanas, se puede usar datos de investigaciones bibliográficas establecido en la Tabla 10. (Vidal y Hormazábal, 2018)

**Tabla 10.***Valores estimados para las aguas servidas*

Parámetros	Und	Tipo de agua servida		
		Concentrado	Moderado	Diluido
DBO5 total	mg/L	350	250	150
DQO total	mg/L	740	530	320

*Nota.* Adaptado de Vidal y Hormazábal (2018)

Las aguas residuales tratadas no deben superar los valores máximos permitidos (LMP) en los diversos parámetros establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente antes de ser vertido en los cuerpos receptores. Por lo tanto, se especifican en la Tabla 11 los valores máximos permitidos para los efluentes. (MINAM, 2010)

**Tabla 11***Límites máximos para plantas de tratamiento*

Parámetro	Und	LMP para efluentes
DBO5	mg/L	100
DQO	mg/L	200

*Nota.* MINAM (2010)**j) Geometría**

La forma geométrica de los humedales tienen incidencia directa respecto al comportamiento hidráulico que se da en los humedales, considerando que utilizar humedales rectangulares con una relación entre el largo y ancho mayor o igual a 2:1 y menor de 4:1 suele ser mas eficiente a respecto a otras formas geométricas, debido a que, no presenta zonas muertas y flujos preferenciales, es decir el agua residual no se distribuye de manera uniforme en toda el área. (CONAGUA, 2019)

**k) Impermeabilización**

Los trabajos de impermeabilización en el fondo de los humedales son necesarios para prevenir la infiltración de agua contaminada en las aguas superficiales y subsuperficiales, considerando que el tipo o material de impermeabilización depende del costo, disponibilidad del material y condiciones del terreno; entre los materiales más utilizados para los humedales se encuentra: revestimiento sintéticos (polipropileno, polietileno, PVC), arcilla compactada

y concreto. (MARM, 2010)

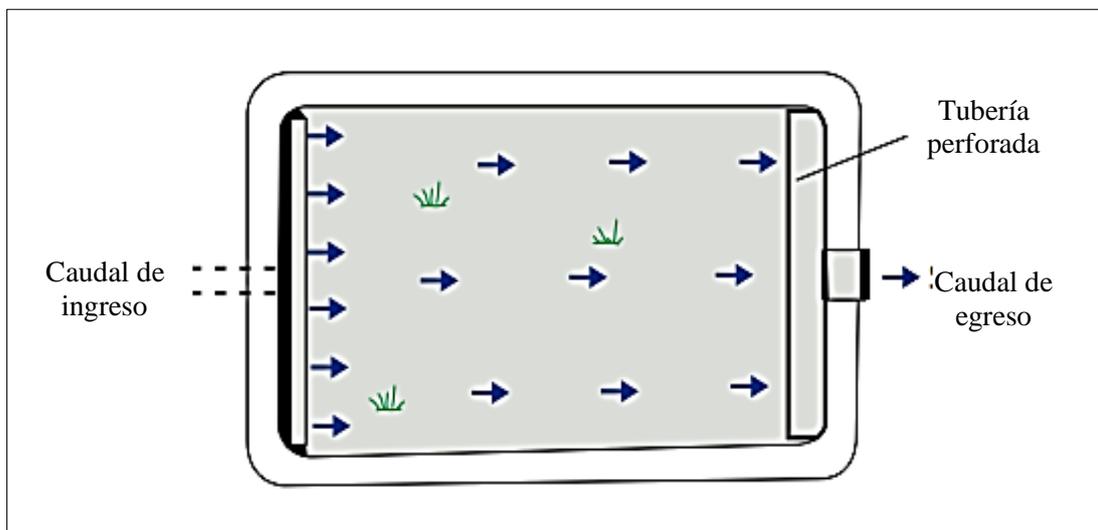
### 1) Recirculación

Las estructuras de que permiten el ingreso y egreso del afluente al humedal controlan y distribuyen el caudal de manera uniforme, en ese sentido, para poder obtener mejores rendimientos en una biojardinería es necesario que el flujo de agua se distribuya uniformemente en la entrada y salida. Para humedales superficiales generalmente se utiliza la tubería PVC perforada como componente para distribuir correctamente el flujo de agua dentro del HFH como se observa en la Figura 7. (MARM, 2010)

En la Figura 8 se visualiza el detalle de la tubería para el ingreso y salida del agua residual, es recomendable utilizar grava gruesa en una altura de 15 a 20 cm para poder evitar colmataciones y que ingrese a la tubería considerada.

### Figura 7

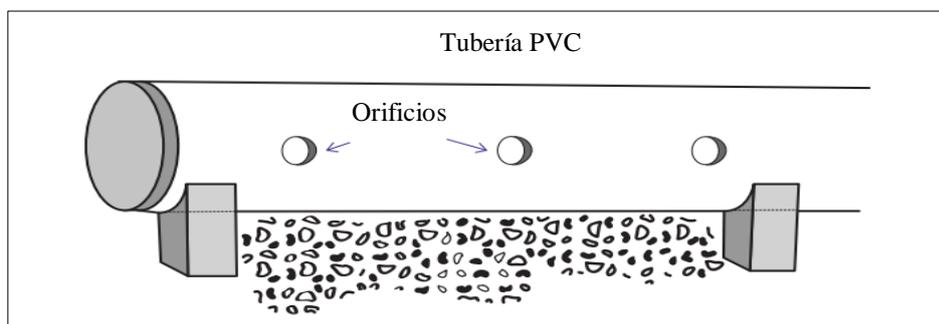
*Distribución de flujo dentro del humedal*



Nota. Adaptado de *Tabla 2.25* (p.45), por CONAGUA (2019)

## Figura 8

*Detalle de tubería para la distribución del caudal*



*Nota.* Adaptado de *Tabla 2.28* (p.48), por CONAGUA (2019)

## Profundidad de humedales

La profundidad de las bio jardinerías de flujo sub superficial dependerá de la altura en la que pueden desarrollarse las raíces de las macrófitas, para permitir el contacto de éstas con el agua, generalmente un sistema típico subsuperficial presenta una profundidad de 30 a 70 cm, generalmente se opta por profundidades de 60 cm para permitir un flujo adecuado. (CONAGUA, 2019)

### 2.3. Definición de términos básicos

- Aguas residuales: Aguas de diversa composición que proviene de la eliminación y descarga de los diferentes aparatos sanitarios de uso municipal, industrial, comercial, entre otras.
- Excretas: Se le denomina a los heces o materia fecal.
- Arrastre hidráulico: Es la fuerza de empuje que produce el agua para el transporte o evacuación de los desechos humanos desde el aparato sanitario hasta el sistema de tratamiento o recolección.
- Cámara compostera: Es la infraestructura fabricada de mampostería o bloques de piedra con mortero para contener las excretas humanas y el material de limpieza anal
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Es la cantidad de oxígeno que no se utiliza durante el proceso de descomposición de compuestos oxidables en el agua debido a la actividad de microorganismos. Un alto valor de DBO sugiere una alta presencia

de materia orgánica en el agua.

- Afluente: Se refiere al agua residual sin tratar que ingresa al sistema de tratamiento

## CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Hipótesis principal

Mediante los estudios, criterios y diseños establecidos por la normatividad peruana y bibliografía existente se puede implementar la UBS-ZIN en el centro poblado San Pedro de Parí.

### 3.2. Hipótesis secundarias

- Las características topográficas, de suelo y el caudal de aforo del agua son adecuadas para el funcionamiento de la UBS-ZIN.
- Aplicando la normatividad peruana para el diseño de sistemas de saneamiento rural, se pueden determinar las dimensiones óptimas de la caseta y cámaras composteras de la UBS-ZIN.
- Mediante el resultado del nivel de infiltración del suelo se puede considerar al humedal como sistema de tratamiento complementario adecuado para el tratamiento de las aguas residuales de la unidad básica de saneamiento.
- Mediante el uso de la normatividad peruana y bibliografía existente para sistemas de tratamiento de aguas residuales, se puede determinar el diseño óptimo para el humedal.

### 3.3. Variables e indicadores

#### 3.3.1. Independiente

**V1:** Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera.

- Dimensiones: Estudio topográfico, estudio de suelos, disponibilidad del agua, caseta y cámara compostera.
- Indicadores: Cantidad de viviendas, altitud, porcentaje de humedad, límite líquido, límite plástico, nivel freático, caudal de aforo, caudal de demanda máximo horario, distribución arquitectónica, densidad poblacional, tasa de acumulación de lodos fecales, período de acumulación y volumen de cámara compostera.

### 3.3.2. Dependiente

V2: Zona inundable.

- Dimensiones: Test de percolación, caudal de aporte unitario y humedal.
- Indicadores: Tiempo de infiltración, dotación de agua, caudal de aguas residuales, DBO de ingreso y salida, constante cinética, profundidad de lecho, área superficial del humedal y retención hidráulica.

### 3.4. Operacionalización de las variables

En la Tabla 12, se muestra la variable dependiente y sus dimensiones, indicadores, unidades de medida e instrumentos utilizados para su correcta medición.

**Tabla 12**

*Variable independiente*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos
V1: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera	Estudio topográfico	-Cantidad de viviendas	-und	-Ficha de registro de datos. -Ficha técnica de estudio de suelos. -Ficha técnica para la medición del caudal de aforo. -Softwares Civil 3D, Excel, AutoCAD 2023, S10, Project.
		-Altitud	-m.s.n.m.	
		-Porcentaje de humedad	-%	
	Estudio de suelos	-Límite líquido	-%	
		-Límite plástico	-%	
		-Nivel freático	-m	
		-Caudal de aforo de la captación de agua	-lt/seg	
	Disponibilidad del agua	-Caudal de demanda máximo horario	-lt/seg	
	Caseta	-Distribución arquitectónica	-m2	
		-Densidad poblacional		
	-Tasa de acumulación de lodos fecales	-hab/viv		
Cámara compostera	-Período de acumulación y digestión	-m3/año		
	-Volumen de cámara compostera	-m3		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 13, se observa la variable independiente y sus dimensiones, indicadores, unidades de medida e instrumentos utilizados para su correcta medición.

**Tabla 13**

*Variable dependiente*

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Instrumentos</b>	
V2: Zona inundable	Test de percolación	-Tiempo de infiltración	min	-Ficha técnica para el test de percolación.  - Softwares Civil 3D, Excel, AutoCAD 2023, S10, Project.	
	Caudal de aporte unitario	-Dotación de agua	l.hab. d		
		-Caudal de aguas residuales	l/d		
	Humedal		-DBO de ingreso y salida		gr/m3
			-Constante cinética		d <sup>-1</sup>
		-Profundidad de lecho	m		
-Área superficial del humedal		m <sup>2</sup> día			
		-Retención hidráulica			

*Nota.* Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Diseño de ingeniería

#### 4.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo a Borja (2016) la investigación de tipo aplicada pretende comprender, formar y transformar un hecho problemático a través de la implementación rápida de una solución, antes de la adquisición de conocimientos generales; además, señala que los estudios de ingeniería civil se incluyen dentro de esta categoría siempre que resuelvan un problema específico.

Según lo expuesto, este estudio es de carácter aplicado; debido a que, abordó la problemática existente en el C.P. San Pedro de Parí, específicamente con la carencia de un sistema de saneamiento. En ese sentido, se llevó a cabo el estudio topográfico, de suelos y caudal de aforo de agua para comprender a detalle la situación actual, cuyo fin fue implementar una solución a través del diseño de la UBS-ZIN según las normas vigentes para transformar y mejorar la realidad de la localidad.

#### 4.1.2. Diseño de la investigación

Según Arias (2021) la investigación de carácter no experimental las variables de investigación son estudiadas en su entorno natural sin ser sometidas a incentivos o condiciones experimentales que alteren su situación; además, según la época o el tiempo en que se realiza el estudio, la investigación transversal es aquella que recoge los datos en una única ocasión, para posteriormente describirlos y relacionarlos.

En tal sentido, la presente tesis desarrolló un diseño no experimental de tipo transversal; ya que, los estudios realizados en topografía, suelos y caudal de aforo de agua se llevaron a cabo sin aplicar intervenciones o condiciones experimentales que pudieran modificar la situación actual o influir en los resultados obtenidos, preservando la integridad y autenticidad de los valores. Así también, la recopilación de datos para cada estudio se realizó en una única ocasión; debido a que, las variables estudiadas no requieren de mediciones en distintos períodos.

### ***4.1.3. Enfoque y alcance de la investigación***

Hernández et al., (2014) detallaron que el enfoque cuantitativo se fundamenta en la recolección de los datos mediante métodos reconocidos y aceptados por la comunidad científica para corroborar las hipótesis planteadas durante el estudio, a través de la medición numérica de los fenómenos estudiados y el posterior análisis estadístico procurando ser lo más objetivo posible, así también, menciona que el alcance descriptivo busca detallar las características y propiedades de poblaciones, objetos o fenómenos para obtener la información de manera independiente respecto de las variables.

Según lo mencionado, el estudio adoptó un enfoque cuantitativo; pues se emplearon métodos estandarizados para el acopio o medición de datos para los diferentes estudios de topografía, suelo y disponibilidad de agua; así también, es de alcance descriptivo debido a que se especificó las características y propiedades del Centro Poblado San Pedro de Parí midiendo las dimensiones para posteriormente ser descritas.

## ***4.2. Métodos y técnicas del proyecto***

### **4.2.1. Planeamiento y organización**

Para poder definir el procedimiento o metodología de la investigación, fue necesario la recopilación de información de la diferente bibliografía nacional y extranjero para poder determinar los principales estudios y criterios de diseño a utilizar, asimismo, se revisó libros y proyectos que han sido realizados en zonas rurales con características parecidas a la localidad en estudio para considerar las lecciones aprendidas y diseños optados; por último, se recabó información de parte de la Municipalidad Distrital de Ondores respecto al padrón de usuarios existentes.

### **4.2.2. Trabajo de campo**

El trabajo de campo realizado en la presente investigación tuvo en cuenta las diferentes normativas peruanas para el dimensionamiento de la UBS-ZIN; en tal sentido, en primera etapa, se efectuó el reconocimiento del lugar de estudio para realizar la topografía; en segundo, se procedió a realizar el estudio de suelos para identificar las características del terreno; por tercero, se procedió con el test de percolación para establecer el nivel de infiltración del suelo; por último, se efectuó el estudio de disponibilidad de agua para

determinar el caudal de aforo del manante que abastece a las diferentes viviendas existentes.

#### **4.2.3. Trabajo en gabinete**

Para el desarrollo del trabajo en gabinete se procesó los datos recolectados en campo a través del uso de diferentes programas o softwares; primero, se procedió a exportar los datos obtenidos del levantamiento topográfico al Civil 3D para ubicar las viviendas, los niveles, las pendientes y las áreas; en segundo, se realizó la selección de la opción tecnológica y el sistema complementario para la purificación de aguas residuales más adecuada para la localidad, considerando los estudios de campo y la normatividad existente; en tercera, se efectuó el diseño, dimensionamiento de la UBS-ZIN utilizando programas como el Excel y Etabs; cuarto, se procedió a realizar el diseño del sistema complementario humedal en el Excel; quinto, se elaboró los diferentes planos de planteamiento general, arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y sanitarias, detalles, entre otros a través del uso de AutoCAD, Revit, Civil3D, por último, se realizó el cálculo de los costos y presupuestos a través del uso del S10 para la evaluación económica y financiera.

### ***4.3. Diseño estadístico***

#### **4.3.1. Población**

Hernández et al., (2014) describieron a la población como el grupo de casos que comparten características similares o especificaciones parecidas, en la cual los criterios de cada investigador dependerá de los objetivos que plantea el estudio. De acuerdo a lo descrito, la población de la investigación fue de 59 viviendas habitadas en el C.P. San Pedro de Parí que carecen de un sistema básico para el manejo de excretas.

#### **4.3.2. Muestra**

Hernández et al., (2014) describieron a la muestra como un subconjunto de la población, debido a que, pocas veces es posible medir la totalidad de la población; en tal sentido, se opta por seleccionar una muestra representativa que refleje el total de población; además, menciona que la selección no probabilística depende de las decisiones del investigador; es decir, no se fundamenta en un proceso probabilístico, sino en las particularidades del estudio.

Por lo tanto, la selección de la muestra de la presente investigación se realizó mediante el método no probabilístico, se consideró las características de la población y los objetivos

propuestos garantizando que la muestra represente de manera fiel el contexto de interés, centrándose en aquellas viviendas que carecen de un sistema sanitario adecuado que justifica la naturaleza del problema de investigación. La muestra resultante es de 59 viviendas con esta característica particular, se consideró representativa y adecuada para alcanzar los objetivos propuestos.

#### ***4.4.Técnicas y herramientas estadísticas***

##### **4.4.1. Normas técnicas utilizadas para la investigación**

- Resolución Ministerial N°192-2018-MVCS – Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural: En esta norma se encuentra los criterios de selección para el diseño de UBS y sistemas complementarios para la disposición de efluentes.
- Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA – E.020. Cargas: Este documento indica las consideraciones de carga que actúan en la estructura para ser considerado en el diseño estructural.
- Resolución Ministerial N°406-2018-VIVIENDA – E.050. Suelos y cimentaciones: Indica el procedimiento a realizar para los diferentes ensayos para la clasificación de suelos, estos estudios son necesarios para la selección de la UBS-ZIN.
- Decreto Supremo N°010-2009-VIVIENDA – E.060. Concreto armado: En este documento se puede encontrar los diferentes criterios para el dimensionamiento, análisis y diseño de columnas, vigas y escalera que conforma la UBS-ZIN.
- Resolución Ministerial N°011-2006-VIVIENDA – E.070. Albañilería confinada: En este documento se puede las exigencias mínimas para el análisis y diseño de las edificaciones de albañilería estructural.
- Resolución Ministerial N°043-2019-VIVIENDA – E.030. Diseño sismorresistente: Esta norma detalla los diferentes requisitos de resistencia, rigidez y ductilidad para los diferentes elementos estructurales de la caseta de UBS.
- Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA – IS.020. Tanques sépticos: En esta norma se detalla el procedimiento para realizar el test de percolación para la selección

de sistemas de tratamientos complementarios para aguas servidas.

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

Las estrategias de obtención de datos hacen referencia a las distintas formas o enfoques utilizados para adquirir la información necesaria. Para recolectar datos, se utilizan recursos como la observación, entrevistas, cuestionarios, entre otros. (Palella y Martins, 2006)

- Observación de campo y observación de laboratorio: Se realizó el reconocimiento del lugar donde se desarrolla el estudio topográfico, análisis del suelo y caudal de aforo de agua. Además, se identificó la cantidad de viviendas que carecen de un sistema sanitario de manejo de excretas, pero presentan redes de agua potable, se recabó la información y se evidencia mediante fotografías para un mejor análisis.

#### **4.4.3. Instrumentos para la recolección de datos**

Son herramientas utilizadas que el investigador emplea para obtener datos sobre los fenómenos que analiza. En cada instrumento se presentan dos principales aspectos, de forma y de contenido. La forma hace referencia al tipo de aproximación empírico. El contenido se refiere a la especificación de datos concretos necesarios a conseguir. (Palella y Martins, 2006)

Se detalla a continuación los instrumentos utilizados que han sido validados mediante el juicio de expertos y el coeficiente de Kendall, observado en el Anexo 4 de la investigación.

- Ficha de registro de datos: Se utilizó para poder anotar los diferentes detalles encontrados en campo, como viviendas, reservorios, captaciones, entre otros, para poder ejecutar el estudio o levantamiento topográfico en la localidad en estudio y obtener relieves, niveles y áreas.
- Ficha técnica de estudio de suelos: El laboratorio que realizó el estudio de las muestras de suelo obtenidas proporcionó los resultados obtenidos mediante fichas técnicas debidamente firmadas.
- Ficha técnica para el test de percolación: Se utilizó la ficha técnica para medir el nivel de infiltración que presentan las calicatas excavadas previamente para el estudio de suelos.

- Ficha para la medición del caudal de aforo: Se realizó mediante el método volumétrico a través del registro de datos del tiempo en que tarda el manante en llenar el recipiente de volumen establecido.
- Softwares para modelos computacionales: El procesamiento de datos y diseño se realizó mediante programas como Excel, Etabs, Civil 3D, AutoCad, S10 y Project.

## CAPÍTULO V. DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 5.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico en San Pedro de Parí se realizó mediante el apoyo de un topógrafo y 1 ayudante, también se contó con los siguientes equipos:

- 01 estación total – SOUTH NTS-362R
- 01 prisma
- 01 bastón para prisma
- 01 trípode de aluminio
- 01 GPS marca GARMIN GPSMAP 64S

#### 5.1.1. Reconocimiento y trabajo de campo

Antes de comenzar las labores topográficas utilizando los equipos mencionados, se llevó a cabo el reconocimiento o exploración del terreno que implicó recorrer cada zona donde se realizó el estudio. Durante el recorrido se identificó distintos obstáculos que podrían generar distintos retrasos durante el estudio; asimismo, se ha tomado nota de los diferentes detalles encontrados en campo como viviendas, canales, caminos, pendientes pronunciadas, captaciones de agua y reservorios.

#### Figura 9

*Reconocimiento de viviendas en campo*

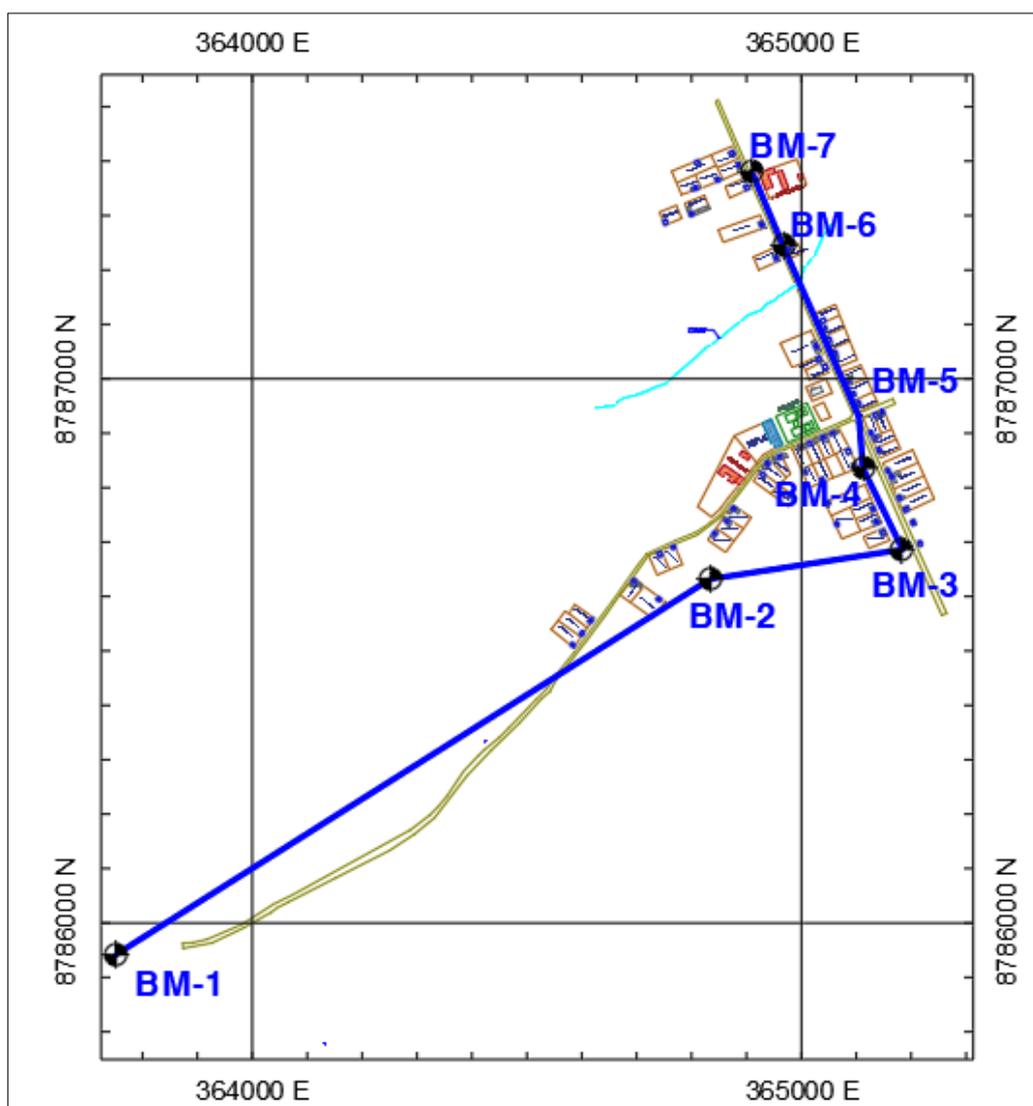


*Nota.* Elaboración propia.

El estudio topográfico se realizó mediante la ubicación de 7 BMs auxiliares mediante el procedimiento de poligonación abierta sin control, considerando ramales con vértices en puntos de cambio observadas en la Figura 10, inicialmente se ubicó las coordenadas UTM-WGS84 del BM 1 con la ayuda del GPS, a partir de este punto se ha tomado 198 puntos topográficos de la localidad.

### Figura 10

*Ubicación de los BMs en la poligonación abierta sin control*



*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 14***Bench Mark's*

<b>BM's</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>
BM01	8785937.5267	363744.8224	4167.000
BM02	8786631.9688	364833.9300	4102.580
BM03	8786686.2274	365184.4159	4095.250
BM04	8786835.5196	365112.1179	4092.350
BM05	8786930.2320	365104.6259	4092.050
BM06	8787243.3310	364967.1110	4086.800
BM07	8787381.2664	364909.6763	4090.420

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 11**

*Estación del equipo topográfico en el BM-1*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 12**

*Estación del equipo topográfico en el BM-2*



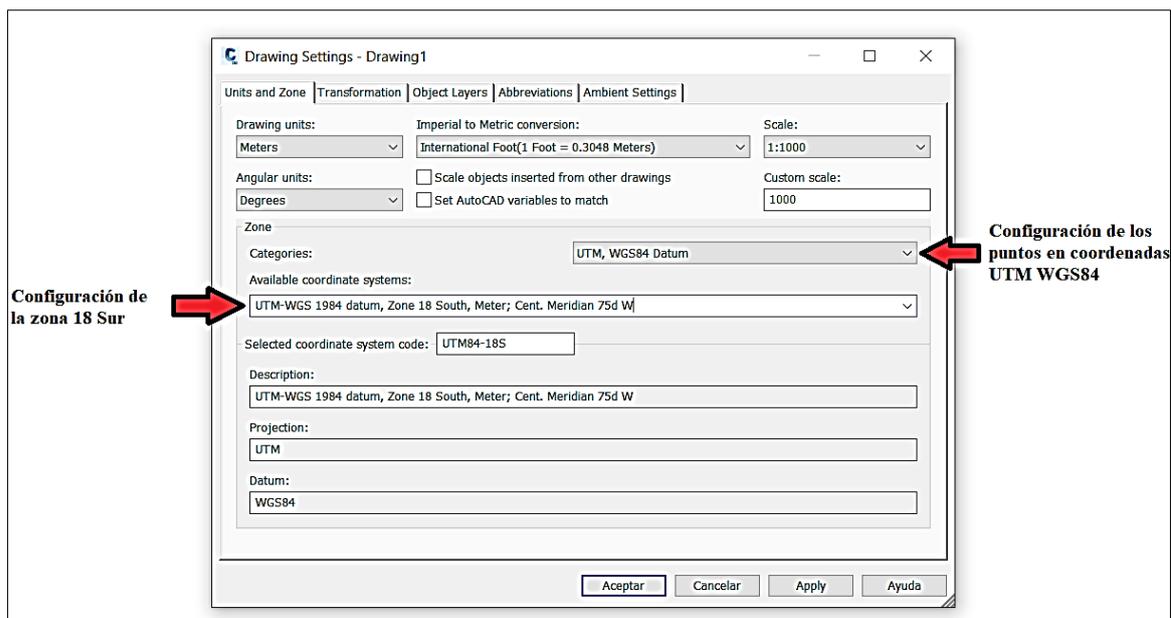
*Nota.* Elaboración propia.

### 5.1.2. Trabajo de gabinete y generación de planos

El trabajo de gabinete consistió en la importación de puntos topográficos en formato CVS (Comma Separated Values) obtenido por la estación total SOUTH NTS-362R, para lo cual se configuró inicialmente el programa Civil 3D ubicando el sistema de coordenadas UTM – WGS84 Datum; así también, se consideró la localización de la población en estudio, zona 18 South, Cent. Meridian 75d W, estos datos han sido configurados en el Civil 3D detallado en la Figura 13.

**Figura 13**

*Configuración del sistema de coordenadas en Civil 3D*

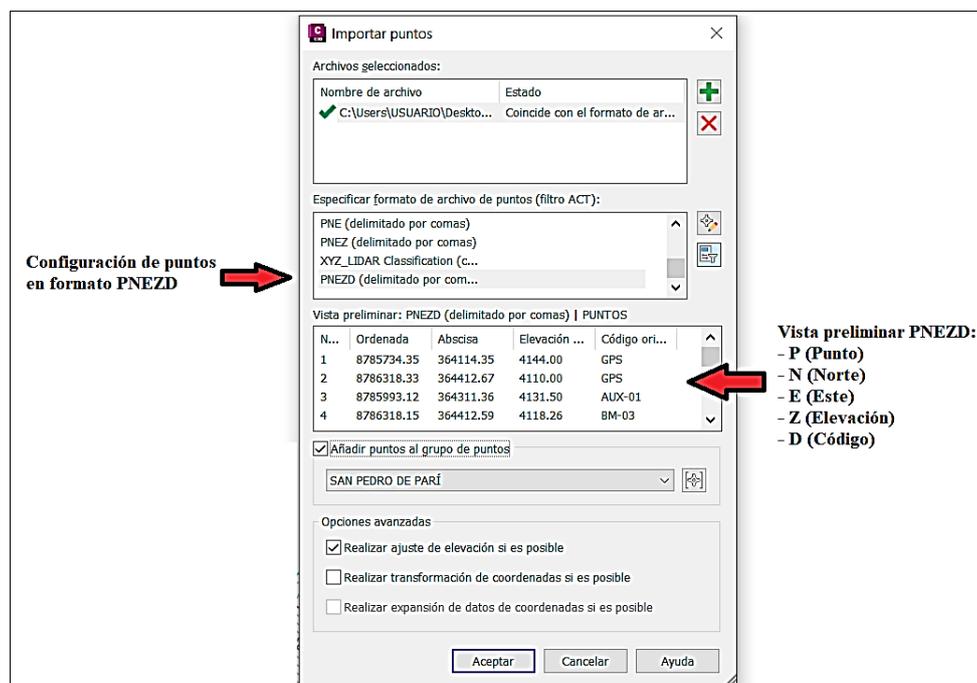


*Nota.* Software Civil 3D.

Por otro lado, la importación de los puntos topográficos al Civil 3D se realizó especificando el formato de archivo PNEZD (delimitado por comas), en la cual el orden de los datos es punto, norte, este, elevación y código o descripción, observado en la Figura 14.

**Figura 14**

*Configuración del formato de importación de puntos*



*Nota.* Software Civil 3D

**Figura 15**

*Georreferenciación de puntos topográficos en Civil 3D*



*Nota.* Elaboración propia.

Finalmente, se elaboró los planos topográficos considerando curvas de nivel mayor a 5 m y curvas de nivel menor a cada 1 m con el fin de establecer la altitud y ubicación de las viviendas, el espacio o área con la que cuenta cada lote, teniendo en cuenta que la implementación de la UBS-ZIN requiere de un área mínima.

## **5.2. Estudio de suelos**

Se efectuó 3 calicatas representativas en la localidad de San Pedro de Parí de una dimensión de 1.00 m de ancho por 1.00 m de largo y 1.50 m de profundidad para poder obtener las muestras disturbadas representativas del estrato.

Las muestras han sido estudiadas en el laboratorio JAMP INGENIEROS S.R.L, el cual mediante informe nos proporcionó los resultados para el análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico y contenido de humedad con lo cual se clasificó al terreno según SUCS mostradas en el Anexo 9, así también, se obtuvo el perfil estratigráfico que determinó la existencia de nivel freático en el subsuelo

Finalmente se procesó los datos para obtener el tipo de suelo existente y la propuesta de tecnología adaptada para estas características.

### **Tabla 15**

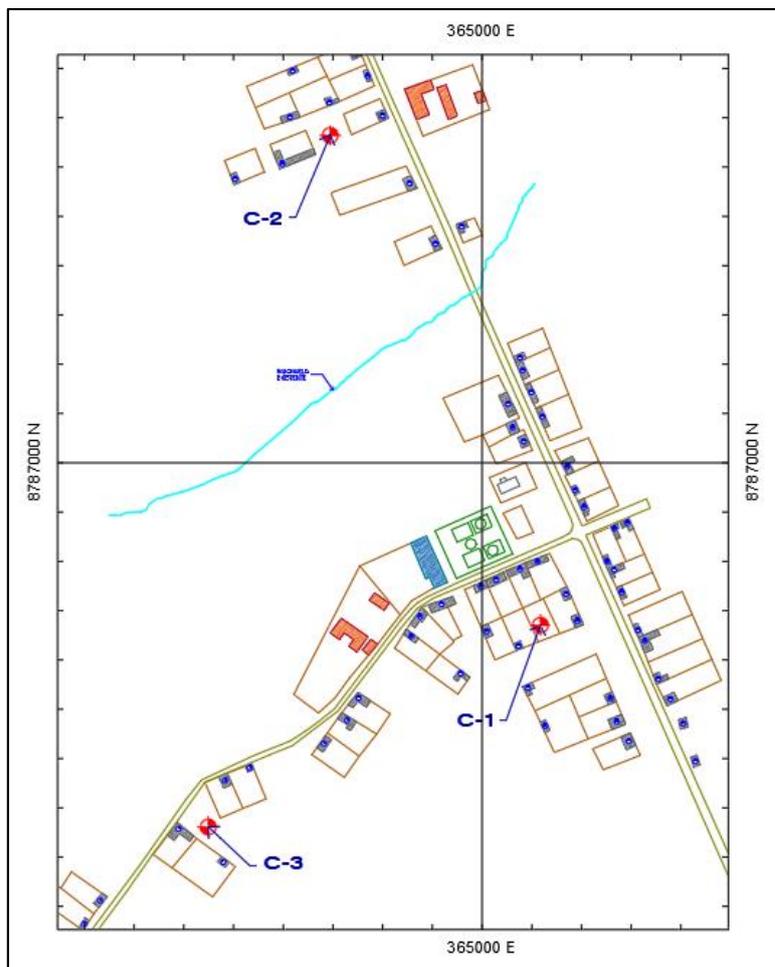
#### *Ubicación de las calicatas excavadas*

<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Coordenadas</b>	
C-1	1.00 x 1.00 x 1.50 m	8786838.4772m	365059.3107m
C-2	1.00 x 1.00 x 1.50 m	8787331.2277m	364842.8685m
C-3	1.00 x 1.00 x 1.50 m	8786647.2791m	364719.2732m

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 16**

*Elección de zonas representativas para las calicatas*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 17**

*Nivel freático encontrado en la calicata 1*



*Nota.* Elaboración propia.

## Figura 18

*Medición de la altura del nivel freático para el perfil estratigráfico*



*Nota.* Elaboración propia.

### 5.3. Disponibilidad del agua

#### 5.3.1. Ubicación de las captaciones de agua

Inicialmente se ubicó el manante que abastece a las viviendas y se realizó el estudio de aforo mediante el método volumétrico para determinar el caudal de aporte, así también, se ubicó 3 manantes adicionales que no son utilizados, pero que discurren por las viviendas y en temporada de lluvias intensas inundan las casas.

#### Tabla 16

*Coordenadas UTM de la captación de agua*

Fuente de agua	Coordenadas UTM		
	Este	Norte	Altitud
Mancan	364132.3730m	8785779.6390m	4132.848m

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 19**

*Ubicación del manante de nombre Mancán*



*Nota.* Elaboración propia.

**5.3.2. Aforo volumétrico**

La medición del caudal se efectuó utilizando un balde con capacidad de 4 litros y un cronómetro, en total se realizaron cuatro mediciones precisas. El trabajo consistió en registrar el tiempo que demora el manantial en llenar completamente el recipiente, permitiendo así calcular el caudal del agua en litros por segundo. Posteriormente, se calculó el promedio de estas mediciones para obtener una estimación más precisa del caudal.

**Figura 20**

*Aforo volumétrico realizado en el manante*



*Nota.* Elaboración propia.

### 5.3.3. Caudal de demanda máximo horario

Siendo necesario estimar el caudal que las UBS-ZIN utilizaran se realizó el cálculo del caudal de demanda máximo horario, considerando la tasa de crecimiento, población futura, caudal promedio anual y consumo máximo diario, apoyado en los datos proporcionado por el INEI de los años 2007 y 2017 para el distrito de Ondores.

Inicialmente se remitió una carta a la Municipalidad de Ondores, solicitando la lista de usuarios existentes en el Centro Poblado San Pedro de Parí que actualmente cuentan con el servicio de agua potable.

#### Figura 21

*Oficio N°241-2022-MDO/A*



*Nota.* Oficio proporcionado por la Municipalidad de Ondores

Del OFICIO N°241-2022-MDO/A remitido por la Municipalidad Distrital de Ondores se obtuvo el padrón de beneficiarios ubicados en la Tabla 17.

**Tabla 17***Padrón de beneficiarios JASS*

<b>N° Vivienda</b>	<b>Titular de la vivienda</b>	<b>DNI</b>	<b>Número de miembros de la familia</b>
1	Laureano Marcelo Alvino	20885453	06
2	Valdiviezo Carhuaz Longino	04007716	01
3	Polo Carhuas José Luis	20893394	05
4	Valentín Toribio Víctor Idilio	20893750	02
5	Rivera Vicente Virgilio	20893249	02
6	Navarro Vega Antonio	20892970	03
7	Zevallos Silvestre Genoveva Valentina	20893428	02
8	Tacuri Maximiliano Javier	21286868	02
9	Carhuaz Meza Encarna Yolanda	20893230	01
10	Hinostroza Collachagua Valeriano Máximo	21268045	03
11	Zevallos Vicente Rodolfo	20893743	01
12	Aliaga de Blanco Patricia	20893308	02
13	Laureano Valdiviezo Jesús Nicolas	04012640	04
14	Zevallos Vicente de Espinoza Gertrudez Bruna	20885811	02
15	Silvestre Soto Clarisa Soledad	43272423	07
16	Vicente Lázaro Alicia Candelarina	04055436	01
17	Lazaro Loyola Oscar Teodoro	20892150	03
18	Salinas Guere Roger Wilder	42247472	05
19	Salinas Guere Salinova Lucy	41530136	03
20	Silvestre Cajachagua Henry Adrián	45300288	01
21	Guere Valentín Marcelino Marcelo	20892330	06
22	Salinas Silvestre Yorica Izael	45718883	03
23	Silvestre Cajachagua Cristhian Grover	45260662	01
24	Cajachagua Carhuaz Daniela Julia	20892741	03
25	Meza Zevallos Jenny Marina	48263116	01
26	Vicente Meza Aníbal	21118872	01
27	Maximiliano Lazaro Cesar Abel	20886190	05

28	Cajachagua Vega Nila Zenina	20883612	02
29	Lazaro Yauri Ana Melva	20893633	03
30	Yauri Laureano Elena	20892611	03
31	Vega Contreras Yodi Haydee	20893637	04
32	Laureano Roque Estela	04029780	04
33	Valentín Laureano Silverio	19923864	04
34	Salinas Vega Eleuterio	20887140	03
35	Palpa Zevallos Yanina Rosabel	48255871	07
36	Aquilar Tueros Edwin Misael	20905827	04
37	Arzapalo Loyola Mary Margot	20892952	03
38	Valdiviezo Rosado Miquias Sabino	71076940	01
39	Zevallos Lazaro Emilio Alejandro	20893035	01
40	Zarate Meza Juana Hilda	20892642	03
41	Tacuri Cajachagua Jhon Kennedy	45247266	03
42	Carhuaz Vega Fulgencio	20893175	01
43	Vicente Carhuaz Fermín	04060977	04
44	Valentín Toribio Adrián	20892969	01
45	Victorio Zevallos Silveria	44196149	01
46	Vicente Carhuaz Irma	20893552	01
47	Soto Salinas Abel Delso	20893056	03
48	Meza Zevallos Primitivo Virgilio	20893021	04
49	Agüero Amaro María Angela	20893067	02
50	Salinas Vega Lucio	20093917	06
51	Silvestre Soto Elvio Alin	47450881	01
52	Loyola Victorio Felipe	20883467	02
53	Astete Maximiliano Toribia Lidia	20885067	01
54	Victorio Zevallos Mauro	20892698	04
55	Badaraco Yauri William Franklin	20892460	06
56	Romero Silvestre Alejandro	20892744	02
57	Zevallos Valdiviezo Melchor Genise	41129382	05
58	Salinas Carhuaz Frede Santiago	20075828	04
59	Silvestre Mauricio Rebeca Octavia	20892464	05

---

*Nota.* Elaboración propia

En total, se contó con 174 habitantes distribuidos en 59 viviendas, datos que fueron utilizados para calcular el método geométrico la población futura que se contará en el periodo de diseño de 10 años.

Finalmente, se determinó el caudal máximo horario y se llevó a cabo un análisis de balance entre la oferta y la demanda hídrica. Este análisis permitió comparar el caudal necesario con el suministrado por el manantial, con el objetivo de evaluar la viabilidad operativa de la UBS-ZIN.

#### ***5.4. Diseño de la UBS-ZIN***

##### **5.4.1. Validación de la opción tecnológica**

Se realizó la validación de la UBS-ZIN según los 14 parámetros establecidos por la normatividad peruana “Norma Técnica de Diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural” considerando los resultados obtenidos de los estudios topográficos, suelo y caudal de aforo de agua.

##### **5.4.2. Dimensionamiento de la caseta y cámara compostera.**

Se optó por dimensionar la caseta de la UBS-ZIN en función de la distribución arquitectónica necesaria para albergar los aparatos sanitarios, así también, se tuvo en cuenta la existencia de dos orificios para la tasa especial que conecta con las cámaras composteras que funcionarán de manera alternada, asimismo, se consideró la altura de la caseta sobre el terreno natural debido a las inundaciones frecuentes durante la temporada de lluvias intensas. Finalmente, se estableció un diseño único para las 59 UBS, tomando en cuenta que el suministro de energía eléctrica y agua potable provendría de la vivienda del beneficiario.

Para determinar el volumen de la cámara compostera, se consideró inicialmente el cálculo de la densidad poblacional por vivienda. Además, se establecieron valores para la tasa de acumulación de lodos fecales por año, así como el periodo de acumulación y digestión de la cámara compostera, de acuerdo con la normatividad peruana, para obtener el volumen final necesario.

### ***5.5. Test de percolación***

El cálculo del nivel de infiltración se llevó a cabo siguiendo las pautas de la norma IS.020, utilizando los datos recabados de las 3 calicatas excavadas para el análisis de suelos. Se determinó que el nivel freático se encontraba a profundidades de 0.50, 0.60 y 1.00 metros respectivamente. Tras un período de espera de 24 horas, se observó una variación mínima en el nivel del agua subterránea. Luego, se recargó agua a la altura del terreno para determinar el tiempo de infiltración y la profundidad a la cual el suelo se satura.

Una vez determinado el nivel de infiltración, se seleccionó el sistema complementario para la UBS-ZIN. Esto se hizo considerando que en terrenos donde la capacidad de infiltración del suelo supera los 12 minutos, se requiere un sistema adicional para el tratamiento de aguas residuales antes de su vertido en el terreno.

### ***5.6. Diseño del humedal***

Se inició con la elección de la macrófita o especie vegetal según los parámetros establecidos por el Comité Nacional del Agua de México y la bibliografía existente, así también, se consideró las especies vegetales ubicadas cerca de la población; posteriormente se calculó el caudal de aporte unitario del afluente de la UBS-ZIN considerando la densidad poblacional previamente calculada y la dotación de 50 l/hab. d establecida por la normatividad peruana para la sierra.

Se continuó con el cálculo de la constante cinética, considerando la temperatura obtenida de los datos del SENHAMI para el año 2022 presentada en la localidad en estudio.

Para calcular el área superficial necesaria para la eliminación de los principales patógenos presentes en las aguas grises, se tomó en cuenta los parámetros definidos por Vidal y Hormazábal (2018). Estos parámetros indican que las aguas residuales concentradas tienen un índice de DBO5 igual a 350 mg/l, mientras que se considera que la DBO de salida alcanza un valor de 100 mg/L según el D.S. N°003-2010-MINAM. Además, se tuvo en cuenta una profundidad de lecho de 60 cm, siguiendo las recomendaciones del Comité Nacional del Agua de México para permitir el desarrollo adecuado de las raíces de la totora. Por último, se determinó una porosidad del sustrato filtrante de 0.35, como establece el MARM.

Se finalizó con la determinación del largo del humedal, retención hidráulica y el diseño de los materiales componentes del humedal según las recomendaciones brindadas por la

bibliografía existente.

## 5.7. Estructuras

### 5.7.1. Diseño estructural

Con el propósito de elaborar el presupuesto para la UBS-ZIN, se realizó el diseño estructural de la UBS-ZIN mediante el software ETABS, tomando en cuenta las medidas de la caseta, cámaras composteras, sistema complementario y la capacidad de carga proporcionada por el laboratorio de suelos.

**Tabla 18**

*Resultados del corte directo*

Calicatas.	Angulo de fricción ( $\theta$ )	Capacidad admisible (Qd)	Profundidad de cimentación recomendada
C-1	19.42°	0.73kg/cm <sup>2</sup>	1.50 m
C-2	21.68°	0.83kg/cm <sup>2</sup>	
C-3	27.23°	1.06kg/cm <sup>2</sup>	

*Nota.* Laboratorio de suelos JAMP INGENIEROS S.R.L.

#### a) Preparación y dimensionamiento inicial

Esto abarcó la definición de las dimensiones y la disposición de los elementos estructurales, como columnas, vigas, losas y escalera considerando la norma E.060 Concreto Armado, E.070 Albañilería y E.030 Diseño Sismorresistente en la cual se estableció la categoría de edificación tipo “C” Edificaciones comunes para la UBS-ZIN, por lo cual, la categoría o sistema estructural utilizado puede ser cualquier sistema, en tal sentido, se consideró como sistema de albañilería confinada.

#### b) Características de los materiales

Posteriormente se definió las características de los materiales de diseño, como el concreto armado, acero de refuerzo y albañilería, que fueron colocadas en el software ETABS.

Características del concreto armado.

- Resistencia a la compresión:  $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$
- Módulo elástico  $E_c = 217\,370,65 \text{ kgf/cm}^2$

- Módulo elástico de corte  $G = 90\,571,10 \text{ kgf/cm}^2$
- Peso específico =  $2400,00 \text{ kgf/m}^3$
- Módulo de Poisson =  $0,20$
- Coeficiente de expansión térmica =  $9,90\text{E-}6$

Características del acero de Refuerzo.

- Esfuerzo de fluencia  $f_y = 4200,00 \text{ kgf/cm}^2$
- Módulo elástico  $E_c = 2\,000\,000,00 \text{ kgf/cm}^2$
- Módulo elástico de corte  $G = 769\,230,80 \text{ kgf/cm}^2$
- Peso específico =  $8750,00 \text{ kgf/m}^3$
- Módulo de Poisson =  $0,30$
- Coeficiente de expansión térmica =  $1,17\text{E-}5$ .

Características de albañilería.

- Ladrillo industrial clase IV sólidos (30% de huecos), tipo King Kong de arcilla, de dimensiones  $9 \times 23 \times 13 \text{ cm}$ .
- $F'b$  Resistencia de ladrillo =  $130 \text{ Kg/cm}^2$
- $F'm$  Resistencia del muro de albañilería a compresión =  $65 \text{ Kg/cm}^2$
- $V'm$  Resistencia del muro al corte =  $8.1 \text{ Kg/cm}^2$
- $E_m$  Modulo de elasticidad =  $500 f'm = 32500 \text{ Kg/cm}^2$  en general.

### c) Cargas consideradas

Del mismo modo, se consideró las cargas establecidas en la norma E.020 que actuarán en los elementos estructurales de la UBS-ZIN.

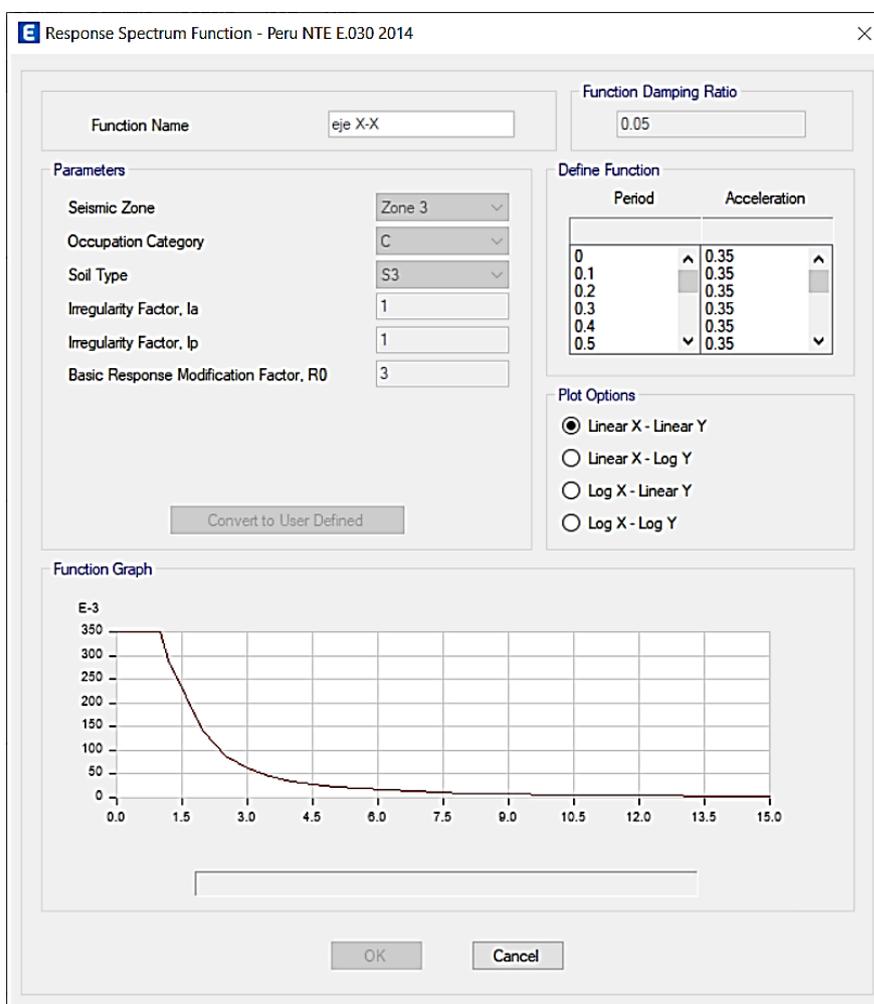
- Carga Viva: Vivienda (Baños =  $200 \text{ kg/m}^2$ )
- Carga Muerta: Norma E.020 (Tabiquería:  $150 \text{ kgf/m}^2$ , acabados:  $100 \text{ kgf/m}^2$ )
- Carga mínima de nieve sobre techos (inclinación  $> 15^\circ$ :  $40 \text{ kg/m}^2$ )
- Carga de sismo (Según RNE 0.30  $S_a = ZUCS.g/R$ )
- Cargas de viento (Velocidad de diseño:  $105 \text{ km/h}$ )
- Barlovento (presión +):  $17 \text{ kg/m}^2$
- Barlovento (succión -):  $-39 \text{ kg/m}^2$
- Sotavento (succión -):  $-33 \text{ kg/m}^2$

### d) Parámetros sísmicos

Se añadió los parámetros sísmicos para los espectros de respuesta en cada dirección ortogonal, considerando la zona sísmica 3 que corresponde al distrito de Ondores, categoría ocupacional de la edificación tipo C edificación común, suelo tipo S3 suelos blandos, no existe irregularidad en planta ni altura por lo tanto el valor se estableció en 1, y el coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas  $R_0$  según el sistema estructural se definió en 3 para albañilería armada o confinada

**Figura 22**

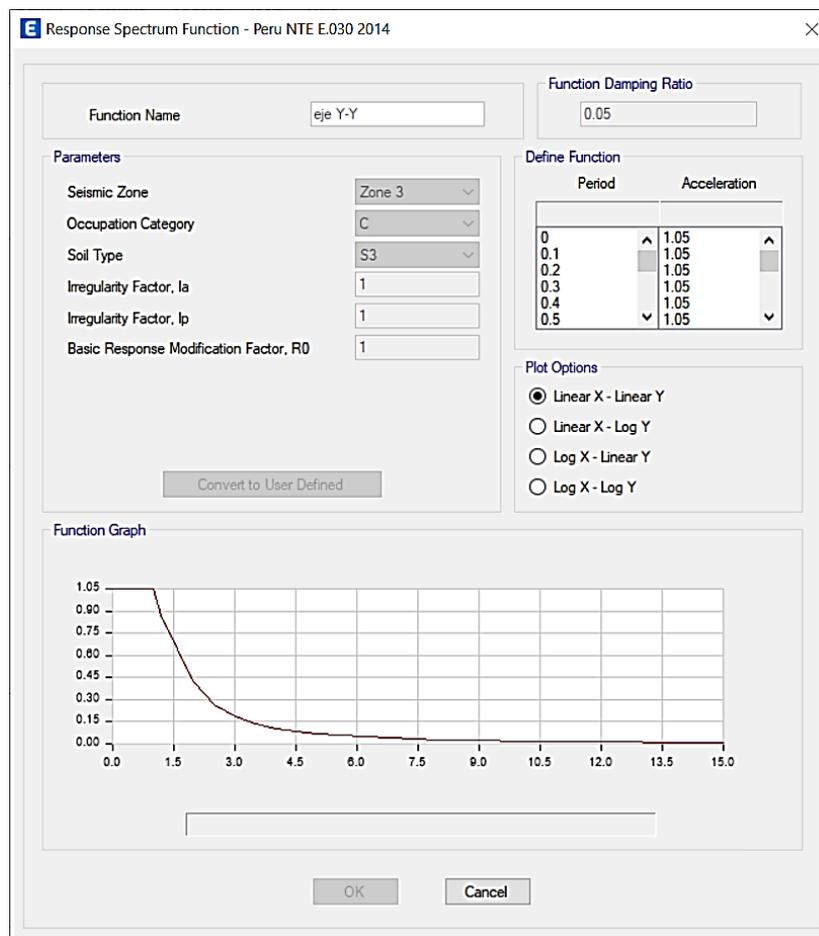
*Parámetros establecidos para el espectro de respuesta en el eje X-X*



Nota. Software ETABS

**Figura 23**

*Parámetros establecidos para el espectro de respuesta en el eje Y-Y*



*Nota.* Software ETABS

### e) Combinaciones de carga

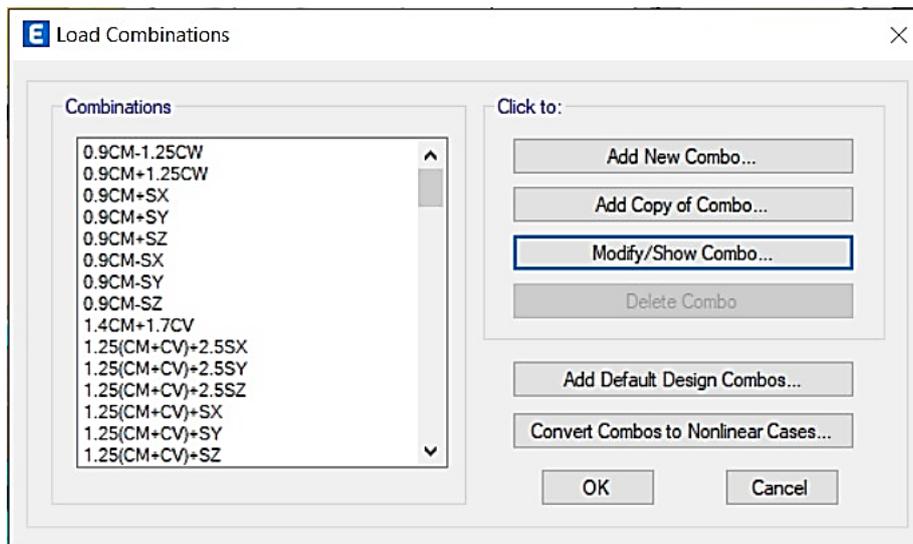
Se incorporó al ETABS las diferentes combinaciones de carga establecidas por el E.060 Concreto Armado.

- 1.40 D + 1.70 L
- 1.25 D + 1.25 L +/- EQx
- 1.25 D + 1.25 L +/- EQy
- 0.90 D +/- EQx
- 0.90 D +/- EQy
- 1.25 D + 1.25 L +/- 1.25 V
- 0.90 D +/- 1.25 V

Dónde: D es carga muerta, EQ es carga de sismo, L es carga viva y V es de viento.

**Figura 24**

*Combinaciones de carga incorporadas al software ETABS*



*Nota.* Software ETABS

#### f) Periodos naturales y modos de vibración

En base a los datos establecidos anteriormente se obtuvo los periodos naturales y modos de vibración predominantes en la estructura en las direcciones ortogonales X y Y, con el fin de calcular el factor de amplificación sísmica “C” considerando los periodos  $T_p$  igual a 1 y  $T_l$  igual a 1.6 según lo establecido para el perfil de suelo S3 en la E.030 Diseño Sismorresistente:

**Figura 25**

*Periodos de vibración*

Modal Participating Mass Ratios									
File Edit Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Modal Participating Mass Ratios									
Filter: None									
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
▶	Modal	1	0.049	0.1306	0.4669	0.1306	0.4669	0.353	0.353
	Modal	2	0.037	0.381	0.2048	0.5116	0.6717	0.0026	0.3556
	Modal	3	0.031	0.0043	0.072	0.5159	0.7437	0.4026	0.7582
	Modal	4	0.022	0.1626	0.0755	0.6785	0.8192	0.0012	0.7594
	Modal	5	0.018	0.2838	0.1082	0.9623	0.9274	0.1532	0.9126
	Modal	6	0.015	0.0374	0.0674	0.9997	0.9949	0.0851	0.9977

*Nota.* Software ETABS

El factor de amplificación sísmica  $C$  ha sido establecido para el eje X-X y Y-Y según el caso  $T < T_p$  para lo cual se toma el valor de 2.50.

**Tabla 19**

*Factor de amplificación sísmica en el eje X-X*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor en dirección X</b>
T=	0.037
S=	S3
$T_p$ =	1
$T_l$ =	1.6
Caso	$T < T_p$
C=	2.50

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 20**

*Factor de amplificación sísmica en el eje Y-Y*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor en dirección Y</b>
T=	0.049
S=	S3
$T_p$ =	1
$T_l$ =	1.6
Caso	$T < T_p$
C=	2.50

*Nota.* Elaboración propia

**g) Análisis estático**

Se empleó el procedimiento del análisis estático según el artículo 28 de la norma E 0.30, a fin de obtener la fuerza cortante en la base, los coeficientes de cortante en base y el coeficiente 'k' o exponente de altura de la estructura.

**Figura 26***Fuerza cortante sísmica eje X-X*

**E** Seismic Load Pattern - User Defined

**Direction and Eccentricity**

X Dir                       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)     

Overwrite Eccentricities     

**Factors**

Base Shear Coefficient, C     

Building Height Exp., K     

**Story Range**

Top Story     

Bottom Story     

*Nota.* Software ETABS**Figura 27***Fuerza cortante sísmica eje Y-Y*

**E** Seismic Load Pattern - User Defined

**Direction and Eccentricity**

X Dir                       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)     

Overwrite Eccentricities     

**Factors**

Base Shear Coefficient, C     

Building Height Exp., K     

**Story Range**

Top Story     

Bottom Story     

*Nota.* Software ETABS**h) Fuerza sísmica vertical**

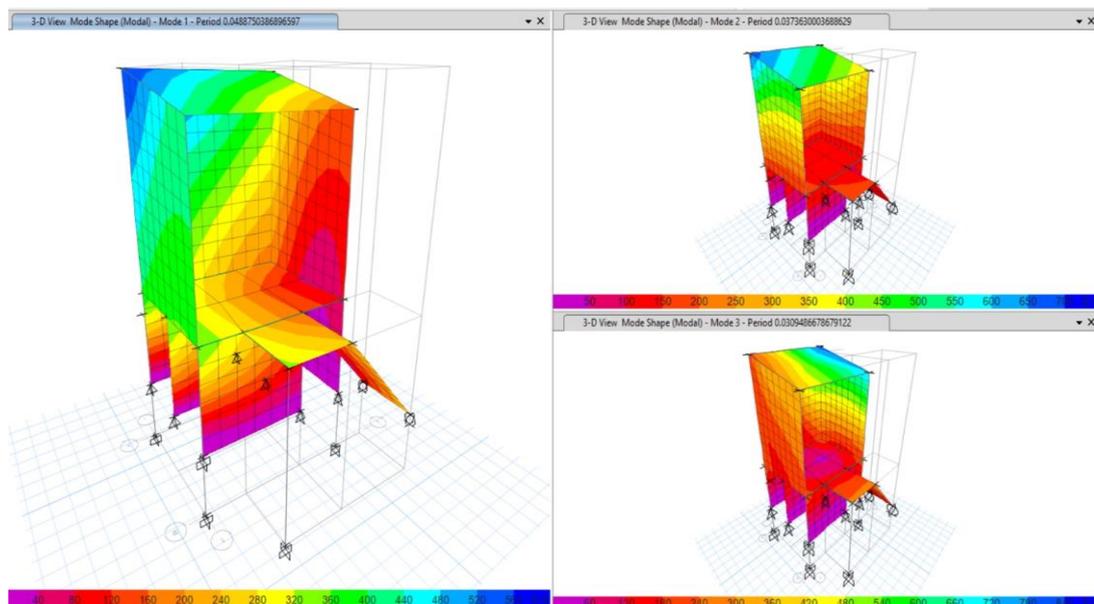
Debido a que, la configuración arquitectónica no presenta volados de 1.50 no se consideró fuerzas sísmicas verticales adicionales en el análisis. Sin embargo, se verifica que la suma de masas efectiva en los primeros modos sea superior al 90% de la masa total, en las 3 direcciones de análisis.

### i) Análisis modal espectral

Se verificó los modos de vibración: 1° dirección Y, 2° dirección X y 3° dirección predominante rotación sobre el eje Z.

**Figura 28**

*Modos de vibración del modelado estructural*



*Nota.* Software ETABS

**Tabla 21**

*Modos de vibración de la estructura y masas efectivas*

Modo	Periodo (seg)	Dirección XX	Dirección YY	Rotación ZZ	Eje X	Eje Y	Rotación Z
1	0.049	0.1306	0.4669	0.3530	13.06%	46.69%	35.30%
2	0.037	0.3810	0.2048	0.0026	51.16%	67.17%	35.56%
3	0.031	0.0043	0.0720	0.4026	51.59%	74.37%	75.82%
4	0.022	0.1626	0.0755	0.0012	67.85%	81.92%	75.94%
5	0.018	0.2838	0.1082	0.1532	96.23%	92.74%	91.26%
6	0.015	0.0374	0.0674	0.0851	99.97%	99.49%	99.77%

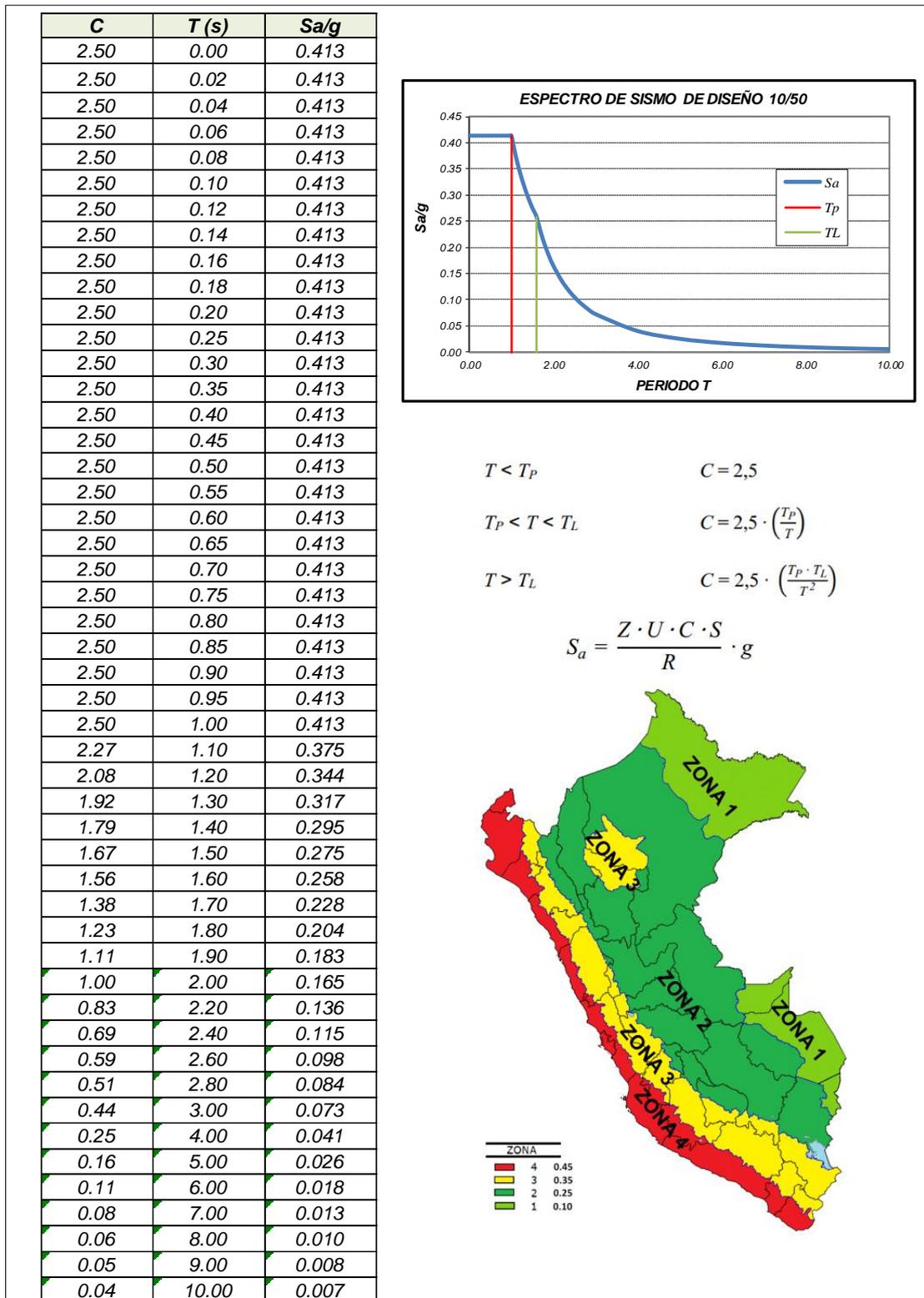
*Nota.* Elaboración propia

### j) Espectros Pseudoaceleraciones del sismo de diseño

Se determinó los espectros de pseudoaceleraciones que fueron cargados al software ETABS.

**Figura 29**

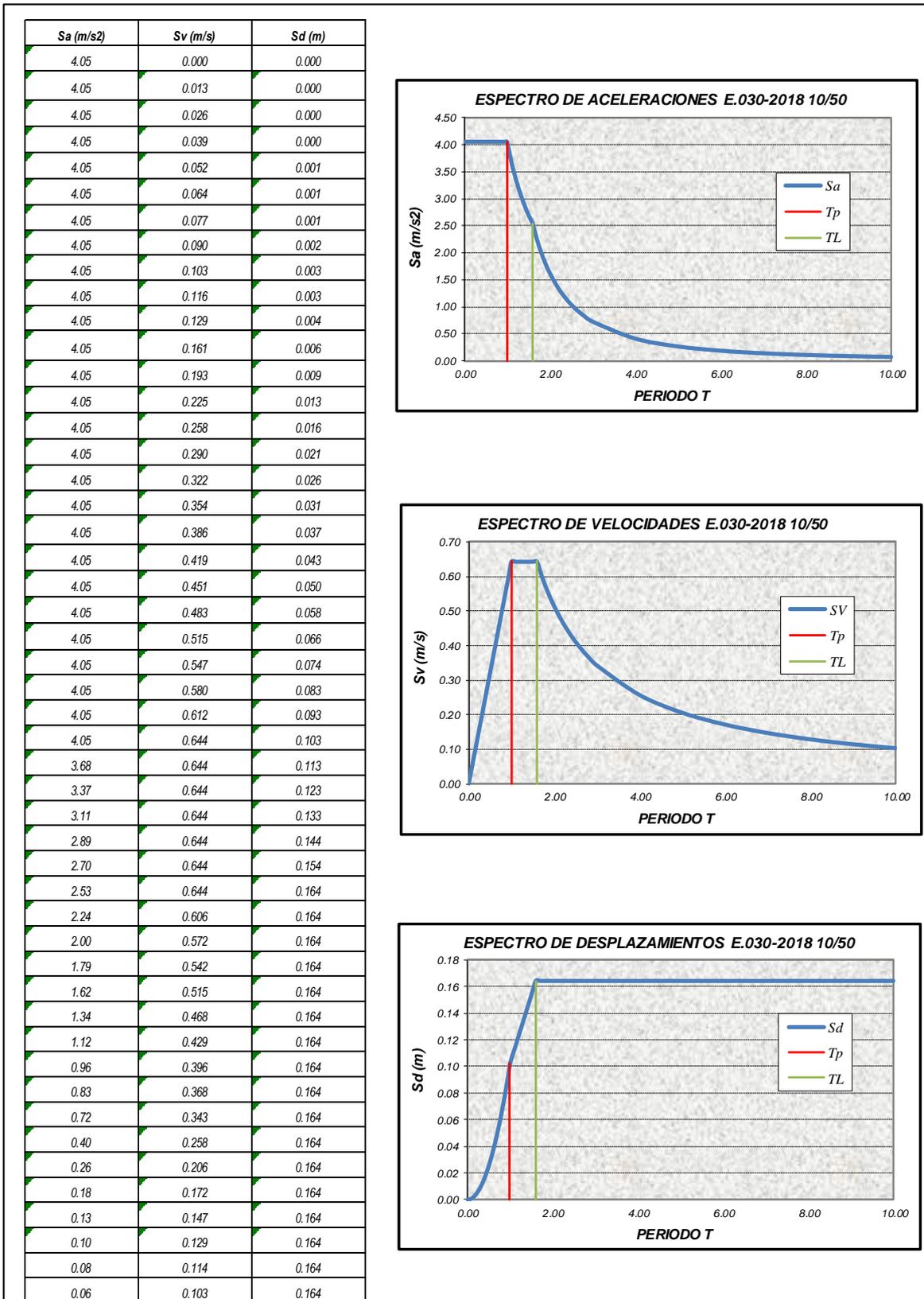
Gráfico del espectro de pseudo aceleraciones



Nota. Elaboración propia

**Figura 30**

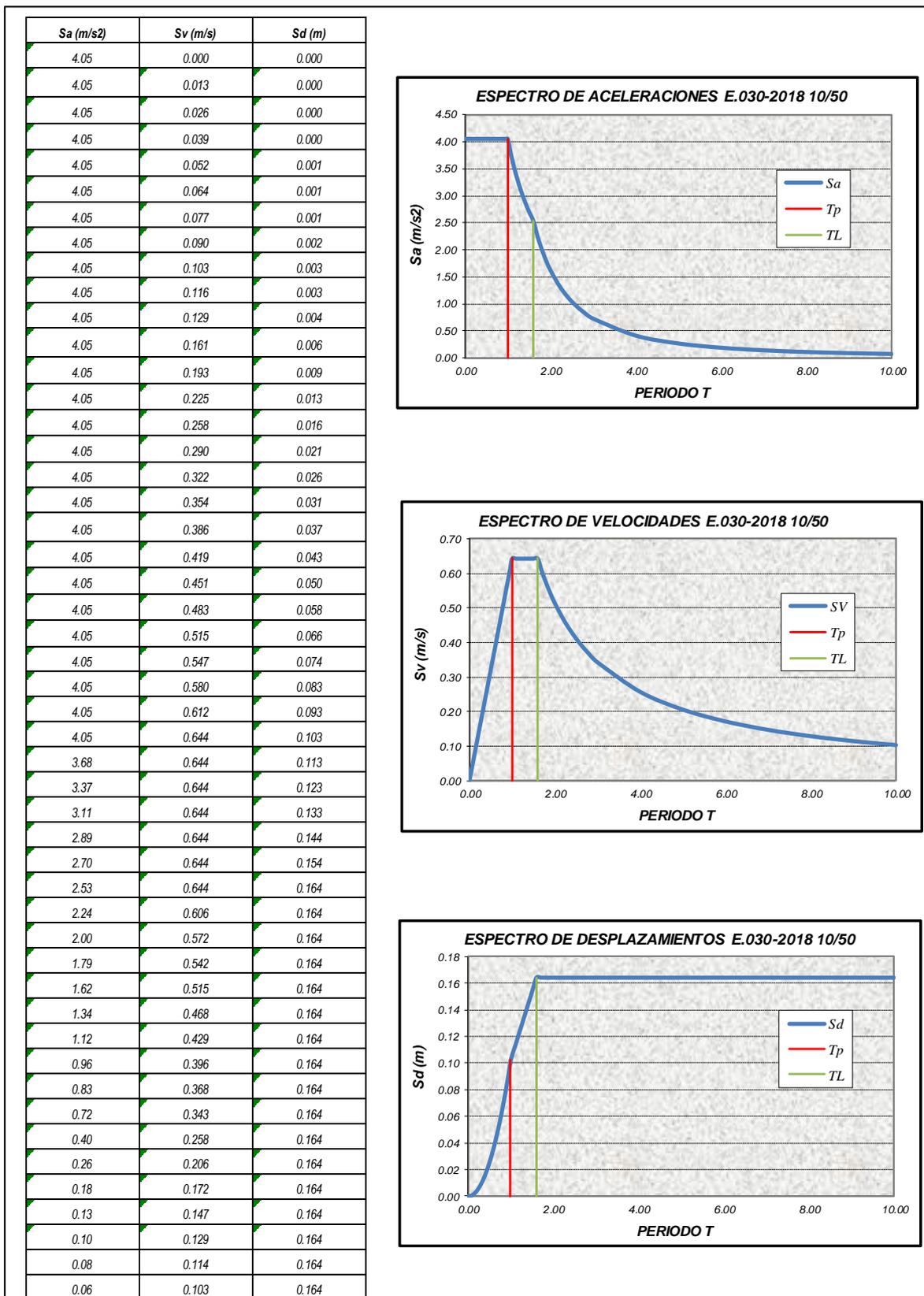
*Gráfico del espectro de pseudo aceleraciones en dirección X*



Nota. Elaboración propia

**Figura 31**

*Gráfico del espectro de pseudo aceleraciones en dirección Y*



Nota. Elaboración propia

### k) Verificación de fuerza cortante

Se continuó con la verificación de las fuerzas cortantes según lo estipulado en la E.060.

**Tabla 22**

*Verificación de la fuerza cortante X-X*

<b>Escalamiento de la fuerza cortante dinámica dirección XX</b>	
V dinámica	1.8809
V estática	1.9428
Tipo de edificación	Regular
% mínimo fuerza cortante	80%
% fuerza cortante sin escalar	97%
Factor de escalamiento	1.0000
Nueva V dinámica	1.8809
% Fuerza cortante	96.81%
Verificación	Cumple

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 23**

*Verificación de la fuerza cortante Y-Y*

<b>Escalamiento de la fuerza cortante dinámica dirección YY</b>	
V dinámica	3.5626
V estática	1.9428
Tipo de edificación	Regular
% mínimo fuerza cortante	80%
% fuerza cortante sin escalar	183%
Factor de escalamiento	1.000
Nueva V dinámica	3.563
% Fuerza cortante	183.37%
Verificación	Cumple

*Nota.* Elaboración propia

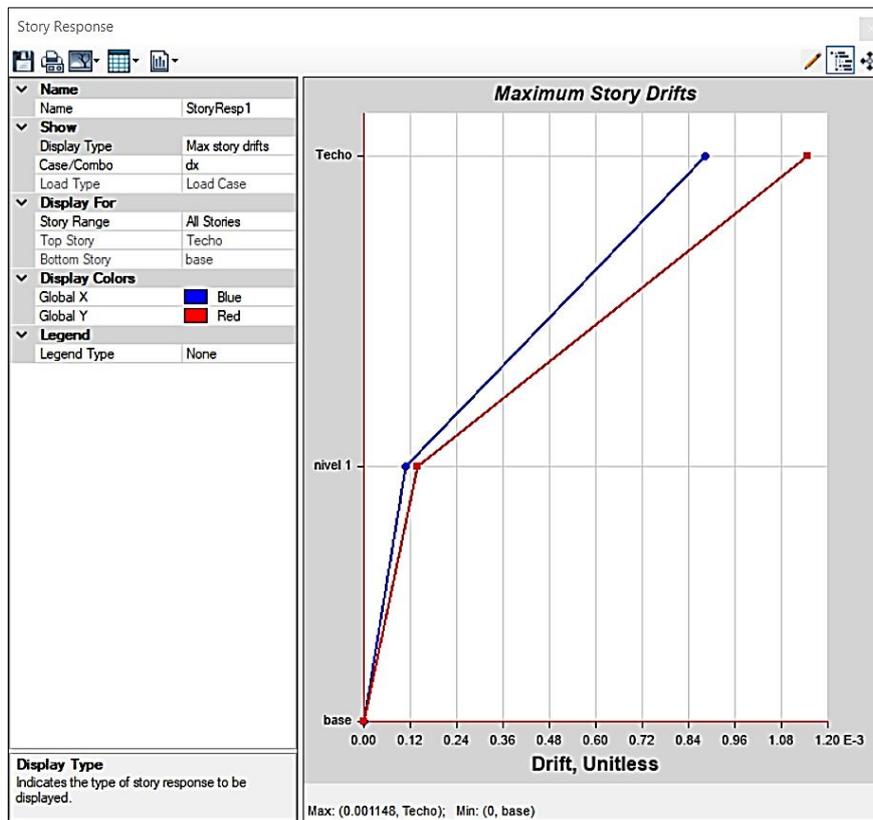
### l) Verificación de los desplazamientos laterales permisibles

Se realizó la verificación de las derivas consideradas para albañilería confinada, confirmando que las dimensiones establecidas cumplen con soportar las cargas, por lo que

resultó derivas menores de 0.005.

**Figura 32**

*Desplazamientos laterales en el eje X-X*



*Nota.* Software ETABS.

**Tabla 24**

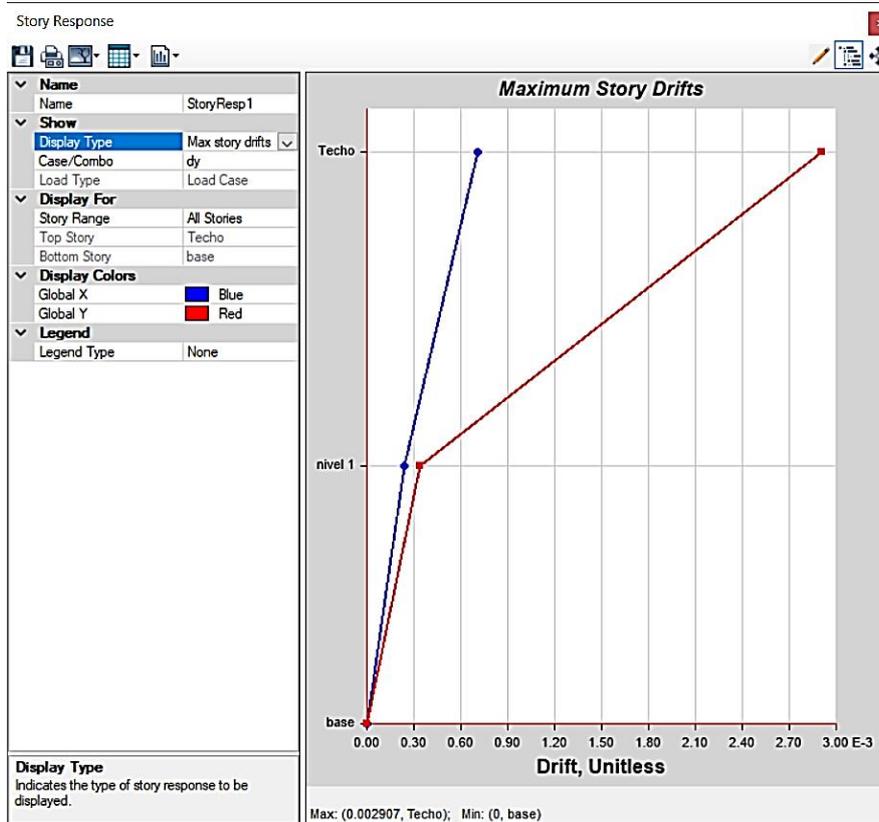
*Verificación de las derivas en el eje X-X*

Nivel	Caso	Dirección	Desplazamiento (cm)	Deriva	Verificación
Techo	Dx	X	0.0023	0.0009	<0.005 Cumple
Nivel 1	Dx	X	0.0002	0.0001	<0.005 Cumple
Base	Dx	X	0.0000	0.0000	<0.005 Cumple

*Nota.* Software ETABS.

Figura 33

Desplazamientos laterales en el eje Y-Y



Nota. Software ETABS.

Tabla 25

Verificación de las derivas en el eje Y-Y

Nivel	Caso	Dirección	Desplazamiento (cm)	Deriva	Verificación
Techo	Dy	Y	0.0077	0.003	<0.005 Cumple
Nivel 1	Dy	Y	0.0007	0.000	<0.005 Cumple
Base	Dy	Y	0.0000	0.000	<0.005 Cumple

Nota. Software ETABS.

### m) Diseño de elementos estructurales

Con base en las fuerzas de momentos de la envolvente obtenidas con las dimensiones finales de los elementos estructurales, se procedió a diseñar la cantidad de acero (en el caso de estructuras de concreto armado) necesario para elemento estructural.

### **5.7.2. Presupuesto y cronograma**

Considerando el cálculo del costo/beneficio se realizó el metrado de obra apoyado con el software Excel, considerando las partidas necesarias para la ejecución de la UBS-ZIN y los planos finales presentes en el Anexo 7; además, se calculó el presupuesto de obra apoyado con el software S10 contemplando los costos de ejecución, operación y mantenimiento; por último, se llevó a cabo el cronograma de obra para establecer una propuesta de plazo que tardará la ejecución de las UBS-ZIN.

## CAPÍTULO VI. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

### **6.1. Beneficios no financieros**

#### ***6.1.1. Mejora en la calidad de vida***

De acuerdo a las características de topografía, suelo, disponibilidad de agua, identificación de viviendas y cantidad de habitantes, se logró el diseño de la UBS-ZIN más conveniente para su implementación. Esto permite generar en la población una vida más cómoda y conveniente, eliminando la necesidad de buscar zonas alejadas como baños, así también privacidad y dignidad en las familias al permitirles realizar sus actividades de higiene y eliminación de excretas de forma segura y discreta. Por lo tanto, a través de estos sistemas rurales para el manejo de excretas se buscó mejorar la calidad de vida de las familias.

#### **6.1.2. Mejora de la salud pública**

Mediante la implementación de las UBS-ZIN se determinó que tienen el potencial de disminuir considerablemente el desarrollo de las enfermedades vinculadas al consumo agua contaminada; debido a que, los aparatos sanitarios considerados dentro de la caseta permite a los 174 pobladores realizar sus actividades de aseo personal y disposición de excretas de manera segura; además de contar con un humedal para la purificación de aguas servidas con el fin de evitar la exposición a aguas contaminadas y por ende a diferentes enfermedades.

### ***6.2. Evaluación del impacto social y ambiental***

#### **6.2.1. Evaluación del impacto social**

##### **a) Promoción de rutinas de higiene**

Con la implementación de las UBS-ZIN, las familias y las juntas administradores del servicio de saneamiento se promueve el uso adecuado del sistema de saneamiento y las rutinas de higiene; así también, las autoridades locales pueden cerrar brechas de servicios de saneamiento.

##### **b) Inversión de proyectos**

Con la presente investigación tendrá un impacto positivo en los futuros proyectos priorizados a nivel local; debido a que, se cuenta con un diseño realizado con datos reales provenientes del centro poblado y guiados por la normatividad peruana y extranjera que puede servir de

base para proyectos futuros de saneamiento.

## **6.2.2. Evaluación del impacto ambiental**

### **a) Medio ambiente protegido**

Mediante el diseño del humedal como sistema complementario de la UBS-ZIN, se contribuirá positivamente al medio ambiente del centro poblado; debido a que, el efluente vertido en el medio ambiente o cuerpo receptor no perjudicará a la flora y fauna local; ya que, el agua pasará un proceso de descontaminación mediante el uso de la totora, especie vegetal presente en el centro poblado. Cabe indicar que las viviendas se encuentran a laderas del lago Chinchaycocha, zona natural protegida por el SERNANP; por tal motivo, era necesario proteger el medio ambiente y ecosistema presente.

## **6.3. Evaluación económica**

Según el MVCS (2022) las unidades básicas de saneamiento, se evalúan económicamente mediante Costo – Efectividad, debido a que los beneficios sociales a obtener son más complicados de medir a diferencia de los proyectos de agua potable.

$$ICE = \frac{VAC \text{ (inversión + operación y mantenimiento)}}{\text{Promedio de la población beneficiada (en el horizonte de evaluación)}}$$

Donde:

- ICE: Indicador de rentabilidad social Costo/Efectividad
- VAC: Valor actual de los costos sociales

### **a) Costos sociales**

La valoración social de un proyecto de saneamiento implica reconocer y cuantificar beneficios y costos con el fin de establecer la rentabilidad que un proyecto pueda generar a la población, para el cálculo de los beneficios sociales se debe considerar los efectos que tiene la producción del bien o del servicio sobre la sociedad y los efectos que ocasiona el hecho de utilizar los insumos (MEF, 2021).

Por lo tanto, se elaboró el presupuesto para la UBS-ZIN que se establece en el Anexo 8 y se resume en la Tabla 26.

**Tabla 26***Costo de inversión a precios sociales de la UBS-ZIN*

<b>Categoría</b>	<b>Costo a precios de mercado</b>	<b>Factor de corrección</b>	<b>Costo a precios sociales (S/)</b>
Bienes transables	148.12	0.943	139.68
Bienes no transables	635,470.62	0.847	538,243.62
M.O calificada	21,435.51	0.790	16,934.05
M.O semi calificada	163,732.63	0.600	98,239.58
M.O no calificada	144,056.73	0.420	60,503.83
Combustible	2,298.59	0.735	1,689.46
<b>Costo total a precios sociales</b>			<b>715,750.22</b>

*Nota.* Elaboración propia.

#### **b) Costos de operación y mantenimiento**

Según el MVCS (2022) es fundamental tener en cuenta el gasto anual necesario para realizar las actividades de operación y mantenimiento, garantizando así el adecuado desempeño de los sistemas de saneamiento. En este sentido, es imperativo que el presupuesto esté meticulosamente desglosado, incluyendo aspectos como mano de obra, herramientas, materiales e insumos.

En consecuencia, se evalúan las actividades clave requeridas para el funcionamiento adecuado de la UBS-ZIN en San Pedro de Parí, las cuales se detallan en la Tabla 27 y Tabla 28.

**Tabla 27***Programación de actividades de operación y mantenimiento de la UBS*

<b>Descripción</b>	<b>Diario</b>	<b>Semanal</b>	<b>Mensual</b>	<b>Anual</b>
Material secante después de cada uso	X			
Sellado de la cámara 1				X
Sellado de la cámara 2				X
Limpieza de las cámaras				X
Limpieza de la caseta		X		

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 28**

*Presupuesto desagregado para la operación y mantenimiento de la UBS*

<b>Categoría</b>	<b>Costo total (IGV)</b>
M.O calificada	1,200.00
M.O semi calificada	8,732.00
M.O no calificada	82,128.00
Herramientas	4,979.60
Materiales	48,809.95
<b>Costo total de operación y mantenimiento</b>	<b>145,849.55</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**c) Indicador de la rentabilidad social**

Se desarrolló el cálculo de la rentabilidad social considerando el promedio de población beneficiada de 174 pobladores durante el periodo de diseño de 10 años, resultando en:

$$\text{ICE} = \frac{715,750.22 + 145,849.55}{174}$$

$$\text{ICE} = \text{S/ } 4,951.72 \text{ soles/habitante}$$

Se puede concluir que la solución al problema cuesta S/ 4,951.72 soles por beneficiario. Este valor puede ser comparado con otras alternativas sanitarias y también con los costos per capita máximos establecidos por el Ministerio de Vivienda en el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) para los sistemas de saneamiento observados en la Tabla 29.

**Tabla 29***Costos per cápitas*

<b>Región natural</b>	<b>Compostaje continuo (Soles S/)</b>	<b>Arrastre hidráulico (Soles S/)</b>	<b>UBS/Compostera (Soles S/)</b>	<b>Alcantarillado (Soles S/)</b>
Costa	-	5,869.00	8,166.00	5,964.00
Sierra	-	10,870.00	13,079.00	11,776.00
Selva	11,662.00	14,111.00	11,113.00	-

*Nota.* MVCS (2022)

De la comparación se logra determinar que en la sierra el costo máximo per cápita para UBS-ZIN establecido por el PNSR es de S/ 13,079,00 soles, siendo mayor al valor calculado para el diseño optado; en tal sentido, el costo es adecuado para la localidad de San Pedro de Parí.

## CAPÍTULO VII. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1.Resultados

#### 7.1.1. Levantamiento topográfico

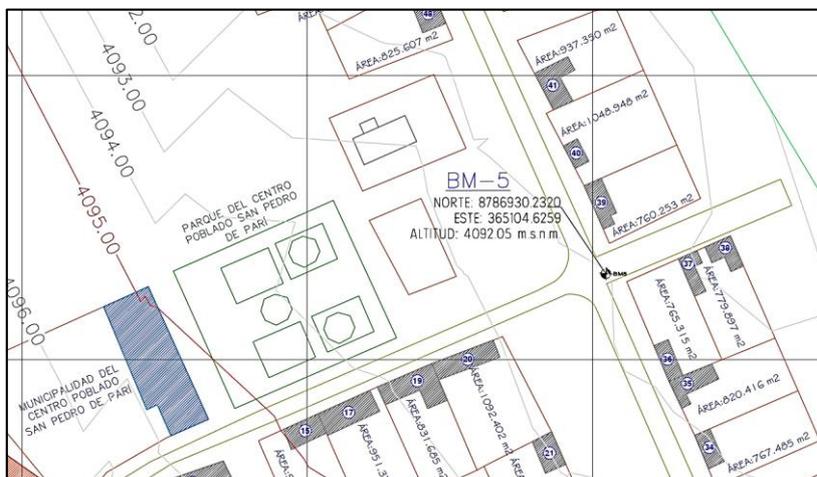
El estudio topográfico realizado en la localidad de San Pedro de Parí proporcionó información valiosa sobre el terreno. Se observó altitudes que van desde 4132.848 m.s.n.m. en la captación hasta 4086.69 m.s.n.m. en la vivienda más baja, generando un desnivel de 46.85 m. Destaca que 19 viviendas están ubicadas en las laderas del lago Chinchaycocha, con altitudes entre 4086 y 4092 m.s.n.m., lo que influye en la cercanía del nivel freático en las calicatas 1 y 2, siendo este menor a 60 cm.

Además, durante el estudio de campo se confirmó que los 59 lotes están habitados y cuentan con los servicios de electricidad y agua potable. También se localizaron tres instituciones públicas en la zona. Con respecto al espacio disponible, se determinó que el área mínima de un lote es de 393.77 m<sup>2</sup>, lo que indica que existe suficiente espacio para implementar una UBS-ZIN en la localidad.

Es importante mencionar que no fue necesario realizar un perfil topográfico detallado, ya que no se planea implementar una red de tubería matriz en esta etapa del proyecto. El plano resultante se divide en dos partes debido a la extensión del levantamiento topográfico, con escalas de 1:1250 y 1:2000, como se detalla en el Anexo 7.

#### Figura 34

*Segmento del plano topográfico con la identificación y área de los lotes*



*Nota.* Elaboración propia.

### 7.1.2. Estudio de suelos

#### a) Clasificación de suelos

El estudio de suelos reveló que los tipos de suelo predominante en la zona es ML (limo arenoso) y GM (gravilla arenosa). Los límites líquidos de estos suelos oscilan entre 30.02 y los límites plásticos se sitúan en 4.11, lo cual indica una composición variada en términos de humedad y plasticidad. Los suelos limo arenosos son formados por una serie de factores, como el clima, topografía o procesos de erosión y sedimentación, siendo por lo general un material formado por sedimento transportado por ríos o encontrados en antiguos lechos de lago y cuencas sedimentarias.

**Tabla 30**

*Resultados de clasificación de suelos SUCS*

Calicata	Profundidad (m)	SUCS	Nombre	AASHTO	L. Líquido	L. Plástico
C-1	0.20-1.50	ML	Limo arenoso	A-4	33.87	6.21
C-2	0.10-1.50	ML	Limo arenoso	A-4	33.26	5.245
C-3	0.20-1.50	GM	Grava limosa con arena	A-1-b	30.02	4.105

*Nota.* Resultados del laboratorio de suelos JAMP INGENIEROS S.R.L.

#### b) Perfil estratigráfico

Del mismo modo, el laboratorio de suelos JAMP INGENIEROS S.R.L estableció el perfil estratigráfico en donde se determinó la altura del nivel freático resumido en la Tabla 30 y mostrado en el Anexo 9.

Los niveles freáticos relativamente cercanos a la superficie encontrados en el estudio de suelo, implican el riesgo de inundaciones en la localidad e influye en la elección de sistemas de saneamiento no convencional.

**Tabla 31***Profundidad del nivel freático en las calicatas*

Calicata	Nivel freático
C-1	0.50 m
C-2	0.60 m
C-3	1.00 m

*Nota.* Resultados del laboratorio de suelos JAMP INGENIEROS S.R.L.

### 7.1.3. Disponibilidad del agua

#### a) Aforo volumétrico

El aforo volumétrico mostró un caudal variable de 0.28 a 0.32 l/s, y que abastece a 59 viviendas con 174 habitantes, es de gran relevancia, destacar tener en cuenta que el aforo se realizó en el mes de junio, una época caracterizada por el estiaje y pocas precipitaciones. Este escenario implicó el cálculo de la demanda máximo horario donde se estableció si se cuenta con un suministro continuo de agua para las UBS-ZIN.

**Tabla 32***Aforo volumétrico del manante de agua*

N° de prueba	Volumen del recipiente (L)	Tiempo (seg)	Caudal (Lt/seg)
1	4.00	14.54	0.28
2	4.00	13.56	0.29
3	4.00	13.20	0.30
4	4.00	12.35	0.32

*Nota.* Elaboración propia.

$$\text{Caudal promedio} = \frac{0.28 + 0.29 + 0.30 + 0.32}{4}$$

$$\text{Caudal promedio} = 0.30 \text{ lt/seg}$$

#### b) Tasa de crecimiento

Los resultados obtenidos por los datos de las tasas de crecimiento entre los años 2007 y 2017 evidencian un marcado decrecimiento poblacional del -3.13%. Este fenómeno puede

atribuirse principalmente a las considerables migraciones que han tenido lugar en las zonas rurales. Ante esta situación, se tomó la decisión de considerar una tasa de crecimiento poblacional de 0% según lo indicado en la normatividad peruana.

**Tabla 33**

*Datos censales del 2007 y 2017 para el ámbito rural*

<b>Año</b>	<b>Distrito</b>	<b>Total</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
2007	Ondores	1699	867	832
2017	Ondores	1236	593	643

*Nota.* INEI (2007)

$$r = \left( \frac{1236}{1699} \right)^{\frac{1}{2017-2007}} - 1$$

$$r = -3.13\%$$

**c) Población futura**

Se obtuvo una población futura de 174 habitantes en el periodo de diseño establecido de 10 años para la UBS-ZIN.

$$Pf = 174 \times \left( 1 + \frac{0 \times 10}{100} \right)$$

Población futura = 174 habitantes

**d) Densidad poblacional**

Se obtuvo una densidad poblacional de 2.95 habitantes por vivienda, lo que revela una concentración relativamente baja de población en el centro poblado de San Pedro de Parí que harán uso de la UBS-ZIN en cada vivienda.

$$Dp = 174 \text{ habitantes} / 59 \text{ viviendas}$$

Densidad poblacional = 2.95 hab/vivienda

**e) Caudal máximo horario**

Se ha obtenido un caudal promedio diario de 0.10 l/s, de acuerdo a la dotación establecida para la UBS-ZIN de 50 l/hab.d según la normatividad peruana, de lo cual se ha obtenido un consumo máximo horario de 0.20 l/s, que es el caudal necesario para cubrir las principales

actividades de aseo de las personas durante una hora específica y que el manante debe cubrir.

$$\text{Caudal promedio anual (Q}_p) = \frac{50 \times 174}{86400}$$

$$Q_p = 0.10 \text{ l/s}$$

$$\text{Consumo máximo diario (Qmd)}=1.3 \times 0.10$$

$$Qmd=0.13 \text{ l/s}$$

$$\text{Consumo máximo horario (Qmh)}=2.00 \times 0.10$$

$$Qmh=0.20 \text{ l/s}$$

#### f) Balance oferta y demanda

El resultado del análisis reveló que el caudal requerido para el funcionamiento adecuado de la UBS-ZIN es de 0.20 litros por segundo (lt/s), el cual es inferior al caudal disponible proporcionado por el manantial incluso durante épocas de estiaje, que asciende a 0.30 lt/s. Esta información es alentadora, ya que indicó que la UBS-ZIN contará con el suministro necesario para su funcionamiento continuo a lo largo del año.

**Tabla 34**

*Comparación de los caudales de demanda y oferta*

Centro Poblado	Caudal de demanda (lt/s)	Caudal de oferta (lt/s)	Qmd < Q oferta
San Pedro de Parí	0.20	0.30	OK

*Nota.* Elaboración propia.

#### 7.1.4. Validación de la opción tecnológica

Se pudo establecer los siguientes resultados observados en la Tabla 35 para los diferentes parámetros establecidos por la normatividad para la selección de la UBS de acuerdo a los estudios previos realizados, en topografía, suelos y caudal de aforo del manante.

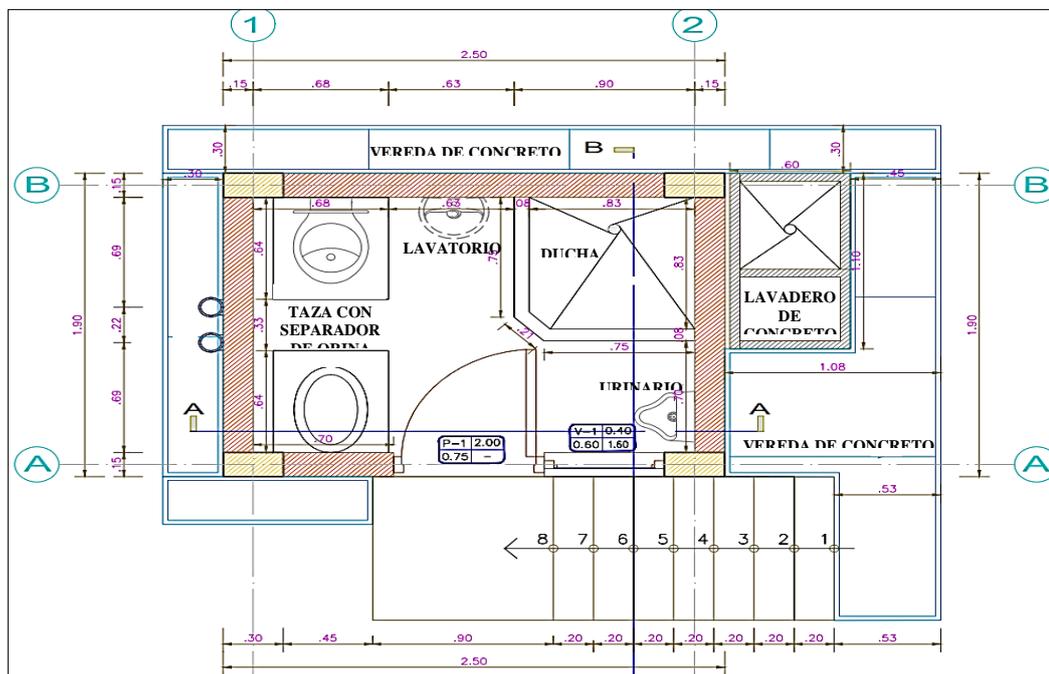


### 7.1.5. Dimensionamiento de la caseta

Se consideró dimensiones útiles de 2.50 m de largo y 1.90 m de ancho para una correcta distribución arquitectónica para contener una ducha, urinario, lavatorio, tasa especial y un orificio para el cambio del inodoro, las dimensiones establecidas son mayores a las recomendadas por la normatividad peruana; así mismo, se ha implementado una escalera para el ingreso a la UBS debido a que las cámaras composteras se encuentran a una cota arriba del nivel de terreno para evitar el ingreso de humedad o agua a causa de las inundaciones que ocurren en las viviendas de la localidad; de la misma manera, se tiene un lavadero de usos múltiples al lado de la caseta; por último, cuenta con una vereda perimetral para evitar que la construcción absorba humedad, los muros se erosionen más rápido y los usuarios puedan movilizarse de mejor manera, la distribución resultaría según lo observado en la Figura 36.

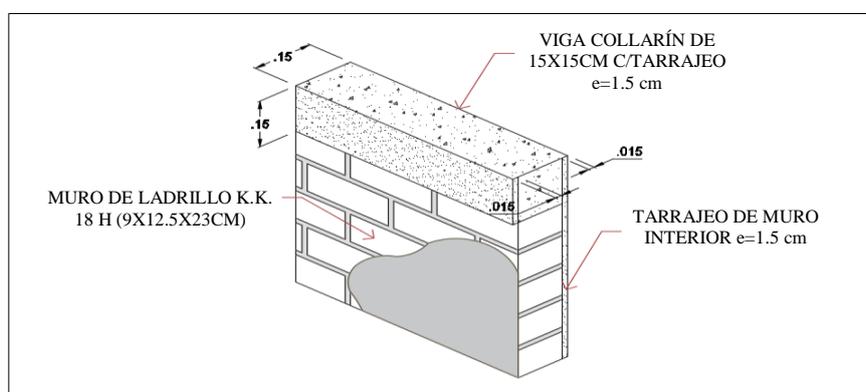
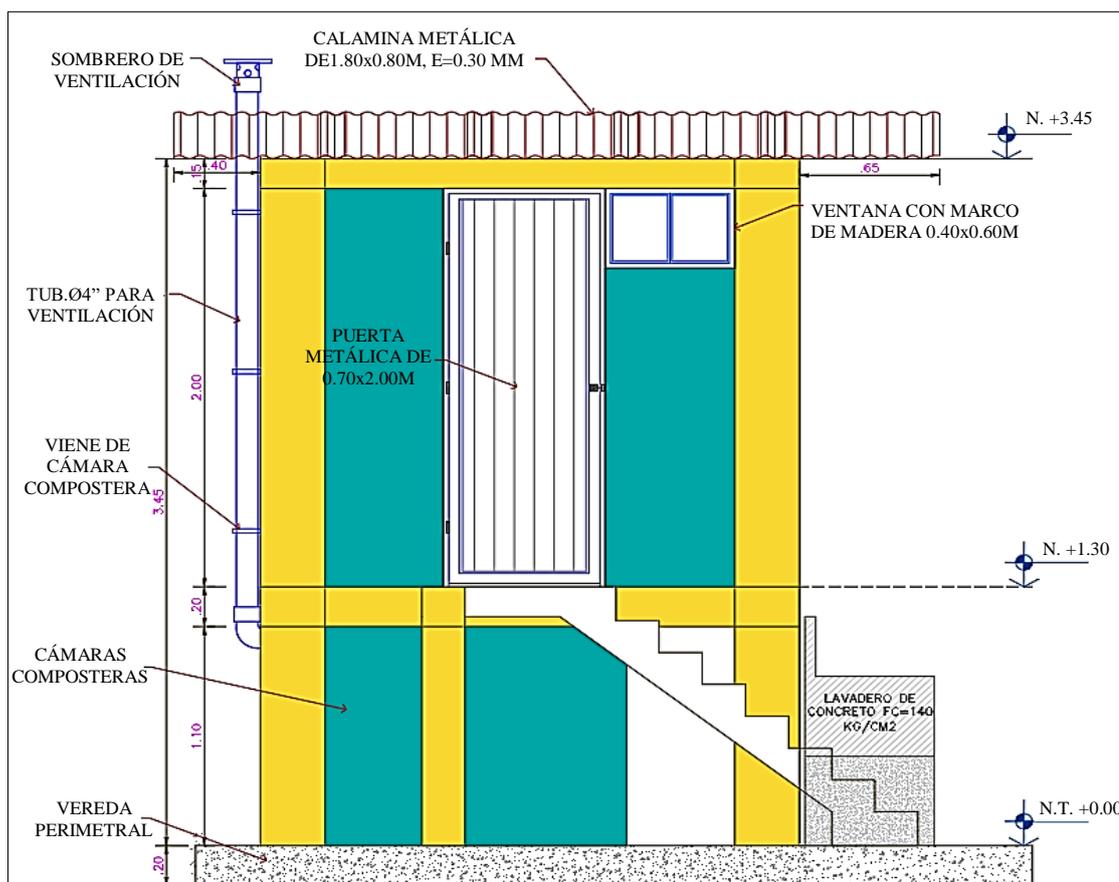
**Figura 36**

*Distribución arquitectónica elegida para la UBS-ZIN*



*Nota.* Elaboración propia.

Así también, se consideró que los muros sean de ladrillo K.K. 18H, tarrajado a nivel interior y exterior, el tarrajeo será pulido e impermeabilizado en la ducha y lavatorio. Así también, se considera que la puerta de ingreso sea de 0.75x2.00 m, con una ventana alta de 0.40x0.60 para permitir la ventilación correspondiente.

**Figura 37***Detalle de tarrajeo en muros**Nota. Elaboración propia.***Figura 38***Fachada de la UBS-ZIN**Nota. Elaboración propia.*

Debido a que el centro poblado presenta lluvias moderadas en el mes de diciembre, alcanzando el promedio de 14.8 mm/día, en tal sentido, para lluvias moderadas es necesario

considerar 20% como pendiente mínima de techo para asegurar el adecuado drenaje de las aguas pluviales de acuerdo a lo establecido en la Tabla 36.

**Tabla 36**

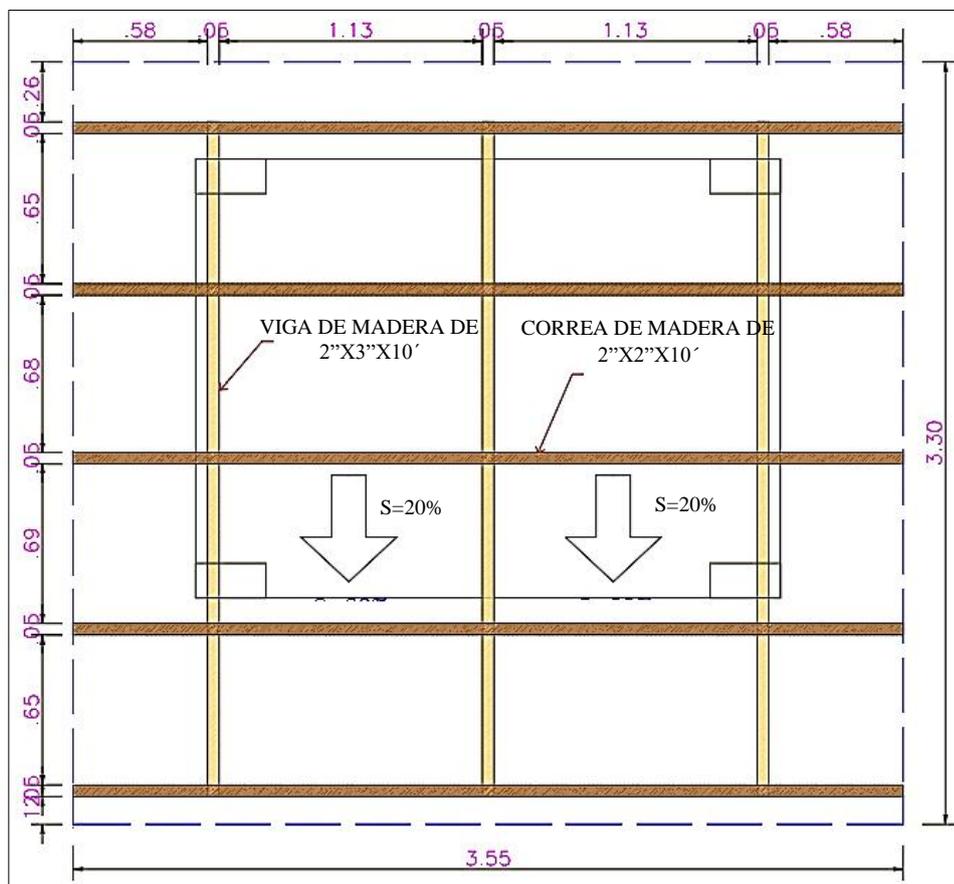
*Pendiente mínima de techo según la intensidad de lluvia*

Intensidad de lluvia en el área	Material empleado en la cubierta (calamina)
Lluvias moderadas	20 %

*Nota.* Adaptado del MVCS (2018)

**Figura 39**

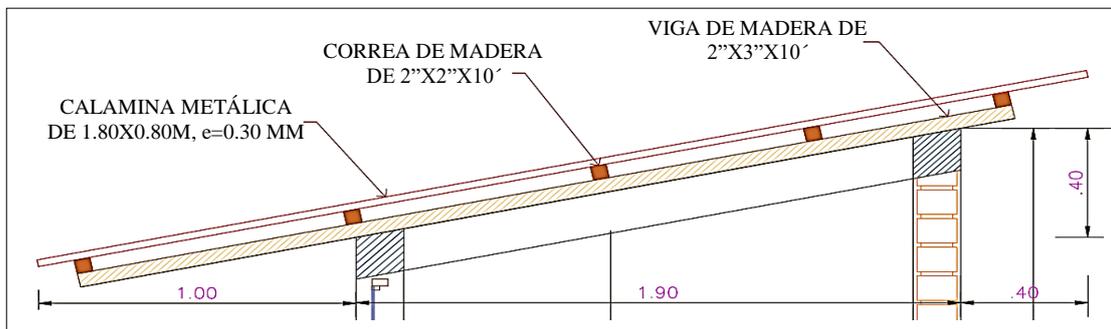
*Detalle en planta de cobertura de calamina en la UBS-ZIN*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 40**

*Cobertura de calamina*

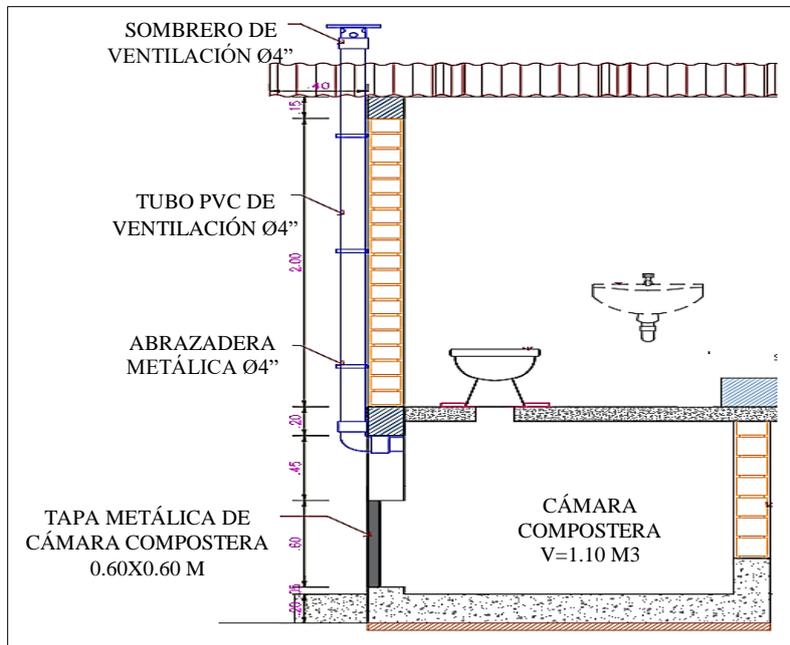


*Nota.* Elaboración propia.

Del mismo modo, se ha previsto una tubería de ventilación de PVC de 4” para las cámaras composteras preferentemente de color negro y equipada con un sombrero de ventilación para la protección ante las inclemencias del tiempo.

**Figura 41**

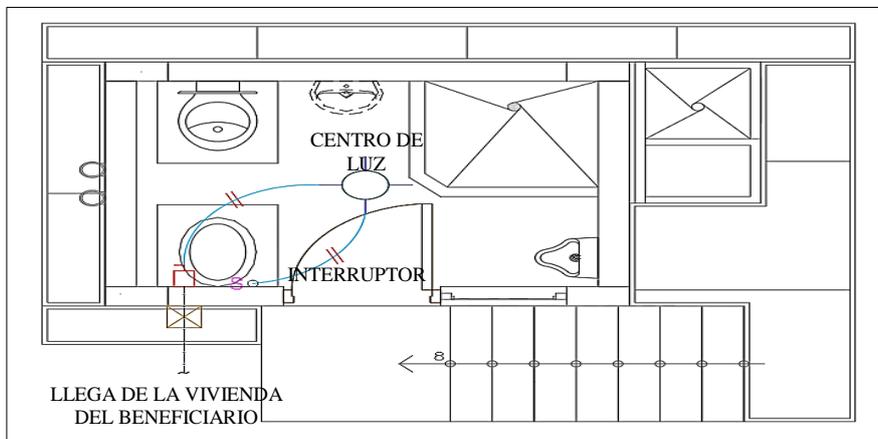
*Detalle de la tubería de ventilación*



*Nota.* Elaboración propia.

**a) Instalación eléctrica**

Se consideró que el suministro de energía eléctrica es abastecido por la vivienda, la UBS-ZIN consideró la colocación de un centro de luz y un interruptor.

**Figura 42***Detalle de instalaciones eléctricas**Nota.* Elaboración propia.**b) Instalación de agua potable**

Se tuvo en cuenta el suministro de agua proveniente de la vivienda para abastecer los aparatos sanitarios de la UBS-ZIN y el lavadero de concreto externo. Como medida de previsión y para facilitar futuros mantenimientos, se consideró una válvula en el punto de ingreso a la caseta.

Además, se ha planificado el tendido de tubería de agua de PVC de 1/2", lo cual garantiza un flujo constante y eficiente de agua hacia los puntos de uso mencionados.

**Figura 43***Detalle de plano de agua potable*

*Nota.* Elaboración propia.

### **7.1.6. Dimensionamiento de la cámara compostera**

Se ha calculado un volumen de 0.79 metros cúbicos (m<sup>3</sup>) para la cámara compostera, teniendo en cuenta la densidad poblacional previamente establecida de 2.95 habitantes por vivienda, así como una tasa de acumulación de lodos fecales de 0.20 m<sup>3</sup> por año, según datos del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Además, se ha considerado el marco normativo peruano que establece un período de 1 año para la acumulación y digestión de las cámaras composteras.

$$\text{Volumen de la cámara compostera (V)} = (4/3) \times 2.95 \times 0.20 \times 1$$

$$V = 0.79 \text{ m}^3$$

El bajo valor de densidad poblacional resultó en un volumen reducido necesario para las cámaras composteras, lo cual motivó a seguir la normativa que establece un volumen mínimo de 1.10 metros cúbicos. Con esta premisa, se calcularon las dimensiones adecuadas para cumplir con dicho requerimiento, considerando que las cámaras se ubicarán debajo de la caseta, la cual tiene dimensiones de 2.50 metros de largo por 1.90 metros de ancho.

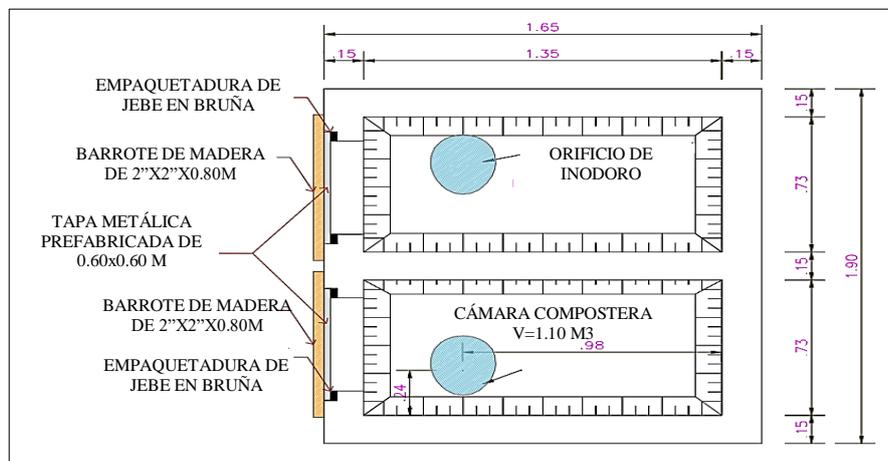
- Ancho: 0.73 m
- Largo: 1.35 m
- Altura útil: 1.20 m

Se consideró además que las cámaras composteras serán diseñadas con muros de

mampostería (ladrillo) con espesores de pared exterior de 0.15 y pared interior de 0.15 m.

**Figura 44**

*Planta de cámaras composteras*



*Nota.* Elaboración propia.

#### 7.1.7. Test de percolación

El resultado del test de percolación reveló tiempos mayores a los 12 minutos establecidos por la IS.020 para los terrenos de infiltración lenta, cabe resaltar que durante la prueba se determinó que a profundidades de 0.54, 0.66 y 1.03 m el terreno se encuentra saturado y no permite la infiltración del agua.

**Tabla 37**

*Resultados del tiempo de infiltración*

N° de pozo	Tiempo de infiltración	Clase de terreno
01	21.43	Lenta > 12 min
02	23.08	Lenta > 12 min
03	27.27	Lenta > 12 min

*Nota.* Elaboración propia.

La localidad está situada en las laderas del lago Chinchaycocha y experimenta suelos inundables durante épocas de lluvias intensas. Esta condición lleva a una nula infiltración de agua en el centro poblado. Este contexto geográfico y climático es fundamental para comprender los desafíos que enfrenta la localidad en términos de saneamiento básico.

**Figura 45**

*Presencia de charcos de agua en el frontis de las viviendas*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 46.**

*Inundaciones del Centro Poblado en temporada de lluvias intensas*



*Nota.* Elaboración propia.

## Figura 47

*Suelos saturados en el centro poblado*



*Nota.* Elaboración propia.

Del resultado del test de percolación se pudo determinar la implementación del humedal como sistema complementario para la purificación de aguas servidas, considerando lo establecido por la IS.020 y la normatividad peruana; ya que, no se puede optar por pozos de percolación o zanjas de absorción en terrenos que superan el tiempo de 12 minutos para la infiltración del agua y cuya profundidad del nivel freático no previene la contaminación de las aguas subterráneas.

### 7.1.8. *Diseño del humedal*

#### a) **Elección de macrófitas**

La selección de la macrófita se basó en múltiples parámetros recomendados por el Comité Nacional del Agua de México. Se consideraron las temperaturas extremas registradas en la zona, con mínimas de  $-11.6^{\circ}\text{C}$  en el mes de agosto y máximas de  $17.4^{\circ}\text{C}$ . Estos datos revelaron que el centro poblado no cuenta con un clima cálido, sino más bien frío, lo cual limita el desarrollo de varias especies vegetales.

**Tabla 38***Temperaturas mínimas y máximas en San Pedro de Parí 2022*

Mes	Temperatura mínima (C°)	Temperatura máxima (C°)
Enero	-1.2	14.2
Febrero	1.2	13.8
Marzo	-2.4	14.2
Abril	-3.2	15.8
Mayo	-4.2	15.2
Junio	-8.6	14.6
Julio	-10.6	15.2
Agosto	-11.6	15.8
Setiembre	-6.4	15.6
Octubre	-8.2	16.2
Noviembre	-5.4	16.4
Diciembre	-7.8	17.4

*Nota.* SENAMHI (2022)

Se pudo encontrar la totora, especie vegetal de la familia Scirpus Californicus en el lago chinchaycocha, macrofita utilizada comúnmente para los humedales de flujo subsuperficial y que de acuerdo a la bibliografía existente mostró resistencia a temperaturas frías, teniendo tolerancia a contaminantes como el petróleo y nitrato, además de tener un porcentaje de reducción de 99.9% de coliformes y bacterias.

**Figura 48**

*Scirpus Californicus (totora) en el lago Chinchaycocha*



*Nota.* Elaboración propia.

De acuerdo a los parámetros establecidos en la Tabla 39, se pudo determinar a la totora o *Scirpus Californicus* como macrófita a utilizar en el humedal de flujo subsuperficial horizontal.

**Tabla 39**

*Parámetros de selección de la macrófita*

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Referencia</b>
Tipo de humedal	Macrófita seleccionada para humedales de flujo subsuperficial horizontal	CONAGUA (2019)
Profundidad del lecho	La profundidad a la que echa raíz la totora es de 18 a 36 cm, así también, puede sembrada en grava o arena.	Delgadillo et al. (2010)
Acceso a la macrófita	Se tiene acceso a la macrófita en el lago Chinchaycocha	Figura 48.
Tolerancia a temperaturas locales	La temperatura mínima alcanzada es de -11.6°C, cumple con el mínimo de tolerancia para la totora de -20°C.	Delgadillo et al. (2010)
Resistencia a insectos y enfermedades	No se tiene información respecto a insectos o enfermedades que dañen a la totora.	Delgadillo et al. (2010)
Facilidad de operación y mantenimiento	La operación consiste solo en el deshierbe durante el primer año para humedales subsuperficiales	Delgadillo et al. (2010)

*Nota.* Elaboración propia.

### **b) Constante cinética**

La constante cinética se determinó considerando la temperatura mínima registrada de -11.6°C, lo que indica la velocidad de los procesos de transformación o degradación de los contaminantes presentes en el agua o el humedal. Se observó que, a temperaturas más bajas, el proceso de degradación es más lento, mientras que, en climas o temperaturas elevadas, el rendimiento del humedal es más eficiente.

$$K_{V,T} = 1.104 \times 1.06^{11.6-20}$$

$$K_{V,T} = 0.68 \text{ d}^{-1}$$

### **c) Área superficial del humedal**

Se obtuvo un área superficial del humedal de 1.04 m<sup>2</sup> lo cual se debe al bajo caudal generado de 118 litros por día debido a los 2.95 habitantes de la vivienda. Este cálculo se basa en los factores explicados en el desarrollo y está principalmente enfocado en reducir el índice de DBO<sub>5</sub> presente en las aguas residuales. Es importante destacar la necesidad de evitar el flujo preferencial dentro del sistema, ya que esto podría afectar el correcto funcionamiento de las macrofitas. Se tomó en cuenta la relación de largo y ancho de 2:1 establecido por el Comité Nacional del Agua de México, esto implica un área mayor de lo calculado.

Caudal de aporte unitario (Q)=dot x dens x 80%

$$Q = 50 \text{ l/s} \times 2.95 \text{ hab/viv} \times 80\%$$

$$Q = 118 \text{ l/s}$$

$$\text{Área del humedal (As)} = \frac{0.118(\ln 350 - \ln 100)}{0.68 \times 0.60 \times 0.35}$$

$$As = 1.04 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, las dimensiones del humedal son:

- Largo: 2.00 m
- Ancho: 1.00 m
- Profundidad: 0.60 m

#### **d) Retención hidráulica**

La retención hidráulica obtenida es de 2.87 días, lo cual es el tiempo necesario para llevar a cabo el tratamiento adecuado de las aguas residuales y garantizar la calidad esperada del afluente antes de su vertimiento en el entorno natural. Esta retención hidráulica también desempeña un papel importante en la prevención de la acumulación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, los cuales pueden provocar la eutrofización y afectar negativamente la salud del ecosistema acuático artificial.

$$TRH = \frac{1.61 \times 0.60 \times 0.35}{0.118}$$

$$TRH = 2.87 \text{ días}$$

#### **e) Número de macrofitas requeridas**

Se obtuvieron 36 macrofitas o totoras que serán plantadas en el sistema artificial del humedal. Estas plantas desempeñarán un papel fundamental como medio vegetal para purificar las aguas residuales provenientes de la caseta.

$$N_V = \left( \frac{L}{d_{M-M}} - 1 \right) \left( \frac{W}{d_{M-M}} - 1 \right)$$

$$N_V = \left( \frac{2}{0.20} - 1 \right) \left( \frac{1}{0.20} - 1 \right)$$

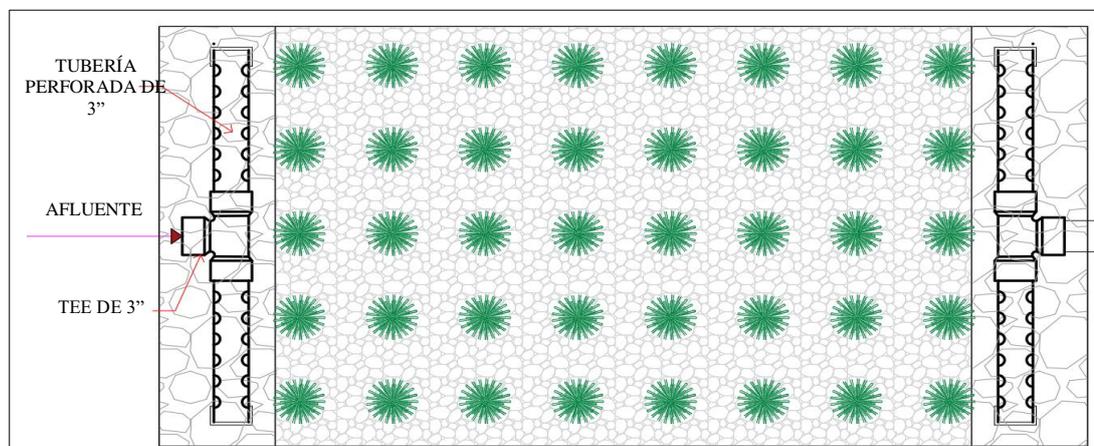
$$N_V = 36 \text{ macrófitas}$$

#### f) Recirculación

Para poder asegurar el correcto flujo del agua residual dentro del humedal, se consideró la tubería PVC perforada de 3" en la entrada y salida de la bio jardinería, considerando perforaciones de 13 mm observada en la Figura 49.

#### Figura 49

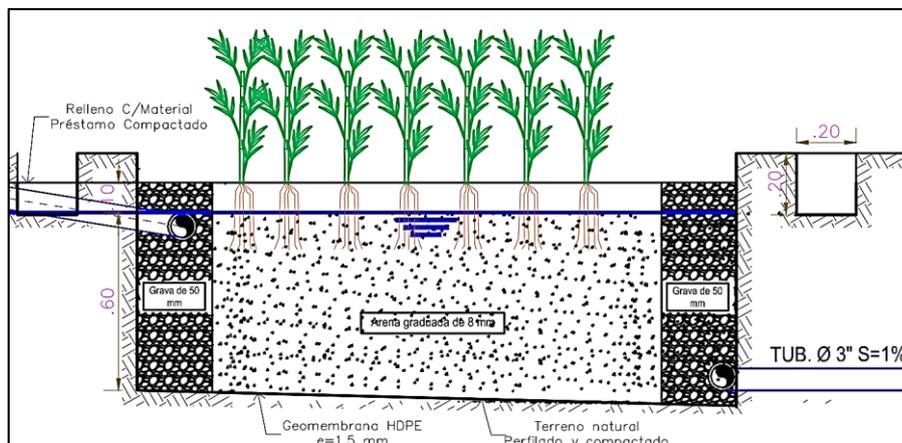
*Detalle de la tubería perforada en el humedal*



*Nota.* Elaboración propia.

#### g) Geomembrana

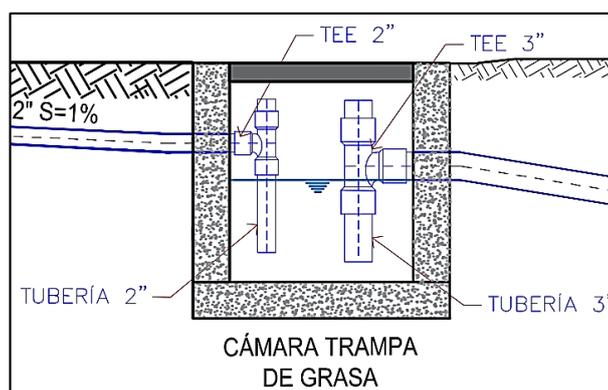
Se consideró la impermeabilización del fondo de los humedales para evitar la filtración del efluente durante el proceso y la contaminación del agua subterránea, en tal sentido, se tomó en cuenta el revestimiento sintético a través de la geomembrana de polipropileno HDPE de  $e=5\text{mm}$  que tiene una duración de 40 años. La geomembrana debe ser anclada a los lados de los humedales de acuerdo al detalle de la Figura 50.

**Figura 50***Detalle de anclaje de geomembrana*

*Nota.* Elaboración propia.

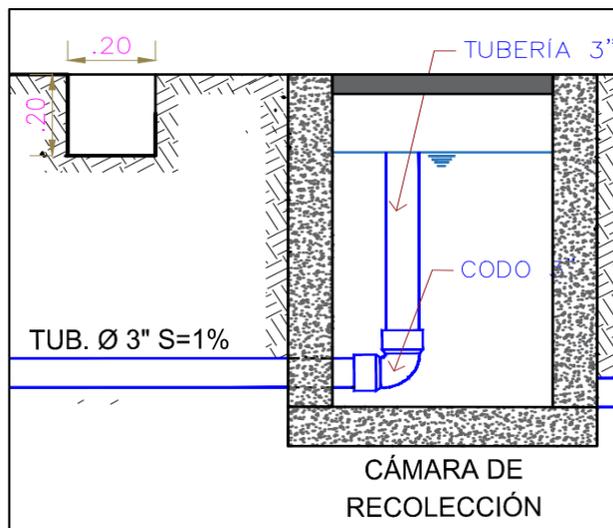
### **h) Cámara de ingreso y salida del humedal**

Se ha visto por conveniente la implementación de una cámara para retención de grasas antes del ingreso al humedal para tratar las aguas provenientes del lavadero multiusos, para con esto evitar daños al sistema y a la vegetación dentro del humedal.

**Figura 51***Detalle de cámara de trampa de grasa*

*Nota.* Elaboración propia.

De la misma manera se consideró una cámara de recolección al final del humedal para recepcionar el agua tratada y poder controlar el nivel del efluente antes de ser vertido en el terreno.

**Figura 52***Detalle de cámara de recolección*

*Nota.* Elaboración propia.

#### **i) Instalación de desagüe**

Realizado el diseño de la caseta y humedal, se ha elaborado el plano de instalaciones de desagüe que se muestra en el Anexo 7 considerando que las aguas grises provenientes del urinario, taza especial, lavatorio, ducha y lavadero multiusos descargarán con una tubería de 2” en una cámara trampa de grasa antes de ingresar al humedal a través de una tubería de 3” y después de realizado el tratamiento correspondiente ingresara a una cámara de recolección para ser vertido al terreno natural.

#### **7.1.9. Diseño de estructuras**

##### **a) Pre dimensionado de losa maciza**

Se consideró la ubicación de losa maciza para el piso de la UBS, debido a que cuenta con aberturas para la ubicación de la taza con separador de orina, se tiene en cuenta el reforzamiento en ambas direcciones.

**Tabla 40***Pre dimensionado de losa maciza*

Descripción	Longitud crítica (L)	L/25	Pre dimensionado
Losa maciza	2.20 m	0.09 m	0.10 m

*Nota.* Elaboración propia.**b) Pre dimensionado de vigas de concreto**

El pre dimensionamiento de la viga consideró lo establecido en la norma E.070. Albañilería confinada en la cual indica que el peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo, por lo cual al ser un elemento de confinamiento se asumirá un espesor efectivo igual al muro.

**Tabla 41***Pre dimensionado de vigas principales y secundarias*

Dirección	Longitud (L)	L/10	L/12	Pre dimensionado
Viga X-X	1.90 m	0.19 m	0.16 m	0.15 m x 0.20 m
Viga Y-Y	1.60 m	0.16 m	0.13 m	0.15 m x 0.20 m

*Nota.* Elaboración propia.

Para las vigas de confinamiento superiores que soportan las cargas de la cobertura metálica serán igual al espesor efectivo del muro, 15x15 cm.

La viga de apoyo para la escalera de concreto, se decidió usar dimensiones de 20x20 cm considerando la longitud de anclaje de los aceros provenientes de la losa de la escalera.

**c) Pre dimensionado de columnas**

El pre dimensionamiento de las columnas consideró lo establecido en la norma E.070. Albañilería confinada, artículo 20.5 que establece que el peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm y deberá ser suficiente para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo, por lo cual las dimensiones establecidas serán de 0.15 m x 0.30 m, para las

cuatro columnas de la UBS-ZIN.

Respecto a la columna de soporte para la viga de escalera, se consideró la dimensión de 20x20 cm para igual la inercia de la viga.

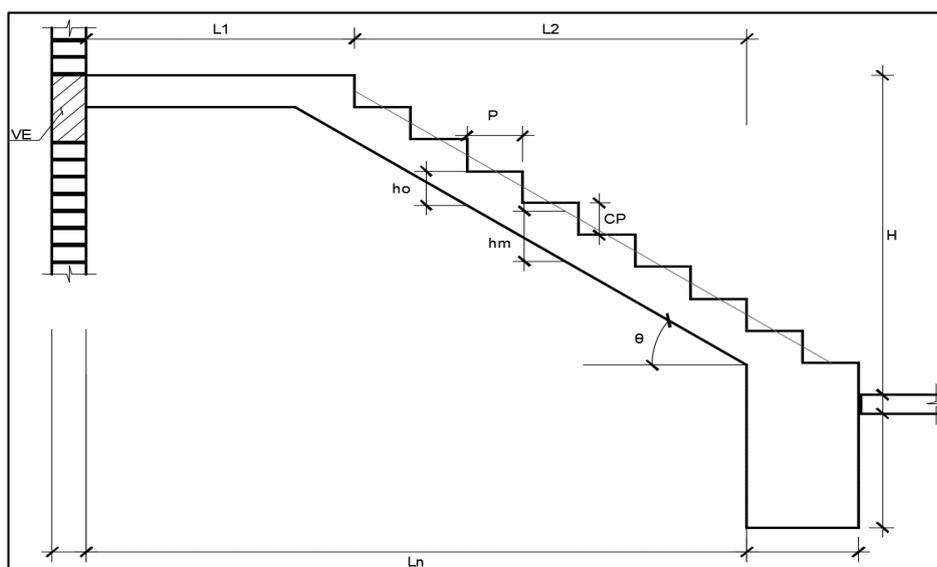
#### d) Pre dimensionado de escaleras

Para el dimensionado de la escalera se consideró los siguientes valores establecidos según la normatividad A.010 Condiciones generales de diseño.

- Ancho de escalera (b): 0.90 m
- Paso (P): 0.20 m
- Contrapaso (CP): 0.175 m
- Ángulo de inclinación ( $\theta$ ): 41.19°
- Luz libre de descanso (L1): 0.70 m
- Luz libre de escalera (L2): 1.00 m
- Luz libre de tramo (Ln): 1.70 m
- Altura de escalera (h): 1.30 m
- Ancho apoyo 1: 0.20 m
- Ancho apoyo 2: 0.40 m

**Figura 53**

*Pre dimensionado de escalera*



*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 42***Pre dimensionado de escaleras*

Descripción	Longitud (Ln)	L/20	L/25	Predimensionado
Espesor de garganta (t)	1.70 m	0.085 m	0.068 m	0.125 m

*Nota.* Elaboración propia.

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + \sqrt{CP^2}}}$$

$$\cos \theta = 0.7526$$

$$hm = \left( \frac{t}{\cos \theta} \right) + \frac{CP}{2}$$

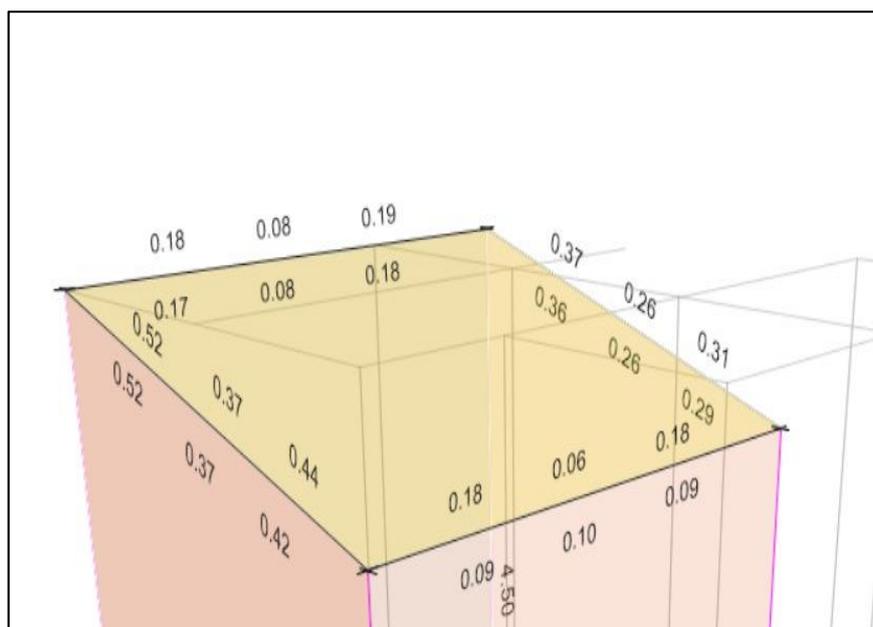
$$hm = 0.254 \text{ m}$$

#### e) Diseño estructural de vigas de concreto

Se obtuvieron datos del software ETABS para la cuantía de acero necesario de los elementos estructurales que conforman la UBS-ZIN.

**Figura 54**

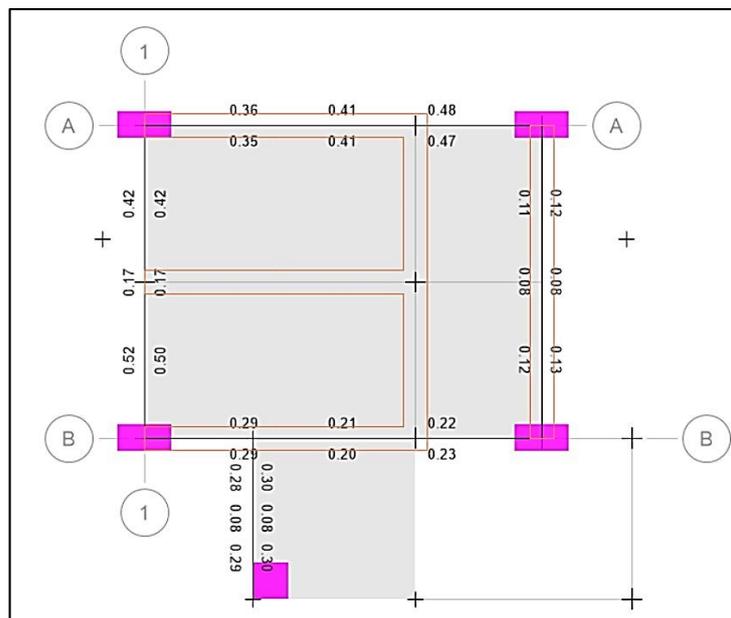
*Cuantía de acero en vigas de confinamiento superiores*



*Nota.* Software ETABS

**Figura 55**

*Cuantía de acero en vigas principales y secundarias*



*Nota.* Software ETABS

De acuerdo a los resultados obtenidos en el software ETABS se pudo visualizar que las cuantías de acero han resultado por debajo de las mínimas establecidas para las 2 secciones de acero superior e inferior.

$$\rho_{min} = \frac{0.8x\sqrt{f'c}}{f_y} \times b \times h$$

$$\rho_{min} = 0.003 \times 15 \times 20$$

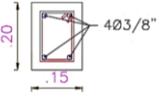
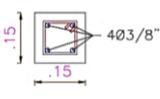
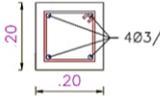
$$\rho_{min} = 0.9 \text{ cm}^2$$

De lo indicado, se consideró colocar acero mínimo de 4Ø3/8" para los 3 tipos de viga,

considerando estribos de  $\emptyset 1/4''$  3@0.05+2@0.10+1@0.15+ RTO @0.20 m

**Figura 56**

*Cuadro de vigas*

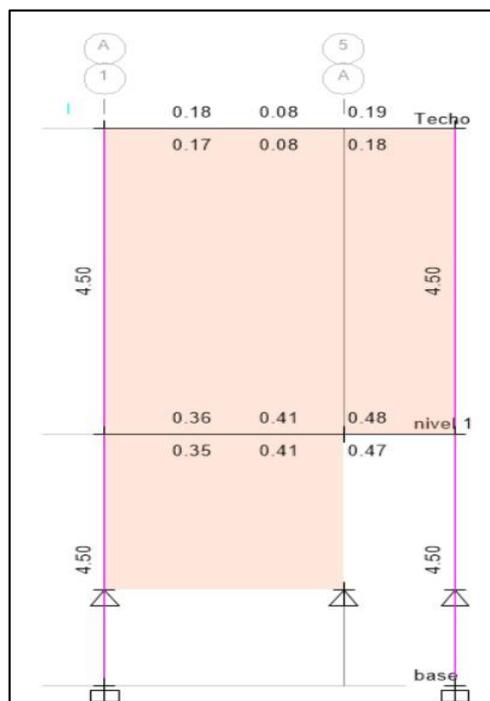
VP-1 (0.15X0.20)	VA-1 (0.15X0.15)	VA-2 (0.20X0.20)
		
4Ø3/8"	4Ø3/8"	4Ø3/8"
Estrib.Ø1/4":3@0.05, 2@0.10,1@0.15, RTO@0.20m	Estrib.Ø1/4":3@0.05, 2@0.10,1@0.15, RTO@0.20m	Estrib.Ø1/4":3@0.05, 2@0.10,1@0.15, RTO@0.20m

*Nota.* Elaboración propia.

#### f) Diseño estructural de columnas de concreto

**Figura 57**

*Cuantía de acero en columnas*



*Nota.* Software ETABS

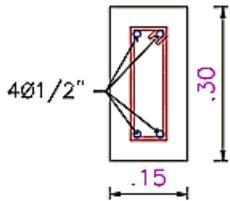
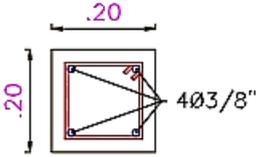
Se verificó que la columnas requieren refuerzo mínimo de 4.50 cm<sup>2</sup>, que representa la cuantía mínima del 1% del área bruta de columna según la E.060 Concreto Armado, por lo

cual se considero el refuerzo de  $4\phi 1/2''$  para las columnas de 15x30 con el refuerzo de estribos mínimo de:  $\phi 1/4''$  3@ 0.05+4@ 0.10+2@ 0.15+Rto @ 0.20 m.

Para la columna que soporte la escalera se consideró utilizar refuerzo de  $4\phi 3/8''$  para las columnas de 20x20, con el refuerzo de estribos mínimo de:  $\phi 1/4''$  3@ 0.05+3@ 0.10+Rto @ 0.20 m.

### Figura 58

Cuadro de columnas

C-1 (0.15X0.30)	C-2 (0.20X0.20)
	
4Ø1/2''	4Ø3/8''
Estrib.Ø1/4":3@0.05, 4@0.10,2@0.15, RTO@0.20m	Estrib.Ø1/4":3@0.05, 3@0.10, RTO@0.20m

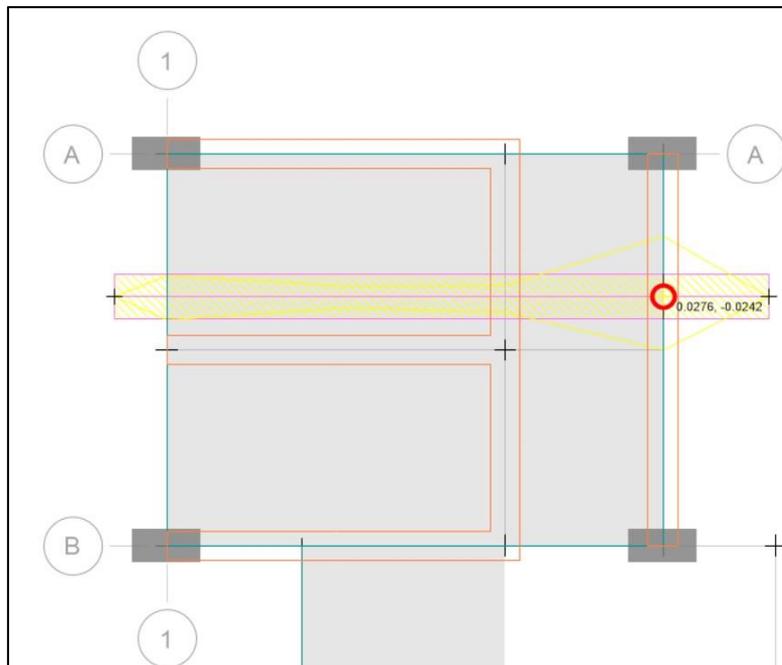
Nota. Elaboración propia.

#### g) Diseño estructural de losa maciza

Para el análisis de la losa maciza, se consideró el mismo análisis de diseño a flexión de una viga, en la que se emplea un corte o strip de 20 cm de ancho, el software ETABS nos da el resultado para el momento que es 0.0276 tn-m y se verificó la cuantía mínima.

**Figura 59**

Momento obtenido en una sección de ancho  $e=0.20$  m



Nota. Software ETABS

**Tabla 43**

Diseño por flexión de losa maciza

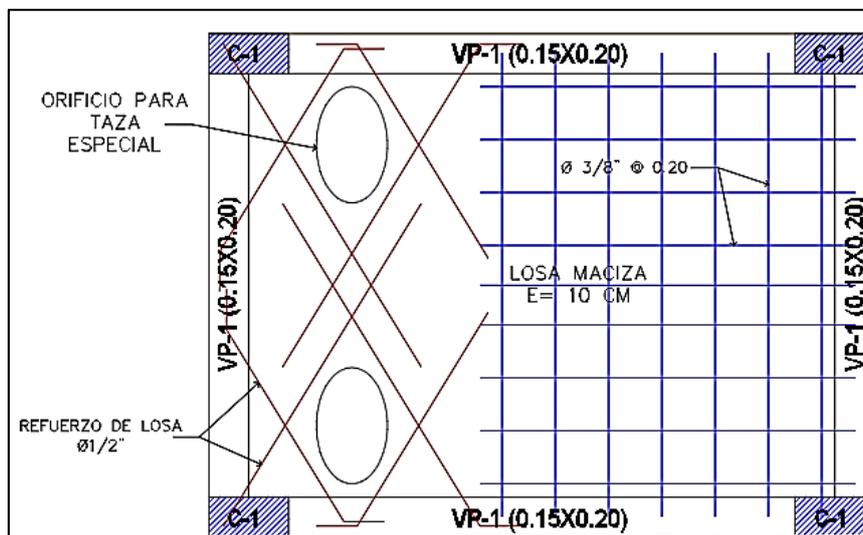
<b>Diseño por flexión</b>	
Datos de los materiales	
$f'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Datos de la sección	
$b$	20 cm
$h$	10 cm
$d$	6 cm
Momento actuante	
$M_u$	0.028 tn-m
Diseño	
$A_s$	0.12 cm <sup>2</sup>
$\rho$	0.00104
$a$	0.147 cm
$M_n$	0.031 tn -m
Verificación	
$\beta_1$	0.85
$\rho_b$	0.02125
$\rho_{max}$	0.0159375 ;CUMPLE;

Nota. Elaboración propia

De lo calculado se decide determinar acero  $\varnothing 3/8'' @ 0.20$  en ambas direcciones, debido a los orificios generados para la instalación del aparato sanitario.

**Figura 60**

*Detalle de losa maciza*



*Nota.* Elaboración propia.

#### h) Diseño estructural de escalera de concreto

Para el diseño estructural de la escalera de concreto se ha considerado el metrado de cargas según la norma E.020 Cargas.

**Tabla 44**

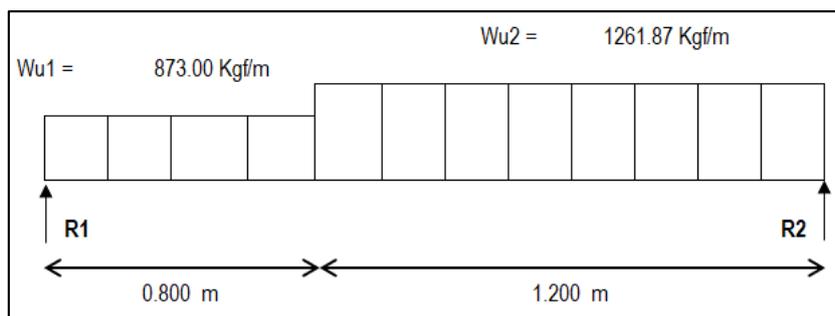
*Metrado de cargas escalera tramo descanso*

Tramo descanso	
Peso propio	270.00 kgf/m
Acabados	135.00 kgf/m
Carga Muerta	405.00 kgf/m
S/C	180.00 kgf/m
Carga Viva	180.00 kgf/m
<b>Wu1</b>	<b>873.00 kgf/m</b>

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 45***Metrados de cargas escalera tramo paso y contrapaso*

<b>Tramo pasos y contrapasos</b>	
Peso propio	547.77 kgf/m
Acabados	135.00 kgf/m
Carga Muerta	682.77 kgf/m
S/C	180.00 kgf/m
Carga Viva	180.00 kgf/m
<b>Wu2</b>	<b>1261.87 kgf/m</b>

*Nota.* Elaboración propia**Figura 61***Modelo matemático**Nota.* Elaboración propia**Tabla 46***Cálculo de momentos*

<b>Cálculo de momentos</b>	
Reacción en el apoyo 2 R2	1199.65 kg/f
Distancia al momento máximo X0	0.951 m
(+)Mu max	570.25 kgf/m
(+)Mu dis	456.20 kgf/m

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 47***Diseño de acero para momento positivo*

<b>Diseño de Acero para momento positivo</b>	
(+) Mu dis	45620.10 Kgf-cm
e	0.90
f'c	210 kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 kg/cm <sup>2</sup>
d	10.024 cm
b	90 cm
As (+)	1.224 cm <sup>2</sup>

*Nota.* Elaboración propia

De lo calculado se decide determinar acero Ø3/8" @0.20 m longitudinal y transversalmente, se ha verificado mediante la deflexión máxima permisible.

#### **i) Diseño estructural de zapata de concreto**

Para el diseño de la zapata de concreto se consideró los siguientes datos:

- Sección de la columna (t1xt2) = 0.15x0.30 m
- Carga muerta (PD) = 1.30 tn
- Carga viva (PL) = 0.19 tn
- Capacidad portante del suelo ( $\sigma$ ) = 0.73 kg/cm<sup>2</sup>
- Profundidad de desplante (Df) = 1.50 m
- Peso específico del terreno ( $\gamma$ t) = 1.50 tn/m<sup>3</sup>
- Resistencia del concreto (f'c) = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Sobrecarga del piso (S/C) = 100 kg/m<sup>2</sup>
- Resistencia del acero (Fy) = 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- Recubrimiento (R) = 7 cm
- Diámetro de varillas de refuerzo ( $\emptyset$ v) = 1.29 cm
- Altura a nivel de piso terminado = 0.80 m

$$\text{Esfuerzo neto del terreno } (\sigma_n) = \sigma - \gamma t \times hf - S/C$$

$$\sigma_n = 6.00 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{Área de la zapata (Az)} = \frac{PD + PL}{\sigma_n}$$

$$Az = 0.25 \text{ m}^2$$

Del resultado obtenido se ha considerado una zapata cuadrada de 0.50x0.50 m, así mismo se ha considerado un peralte de 60 cm para cumplir con lo estipulado en la norma E.060 Concreto Armado que establece que la altura de las zapatas no debe ser menor de 30 cm sobre el refuerzo inferior.

$$P_u = 1.2 \times PD + 1.6 \times PL$$

$$P_u = 1.85 \text{ tn}$$

$$\text{Reacción neta del terreno (Wnu)} = P_u / Az$$

$$Wnu = 7.39 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{Momento de diseño (Mu)} = Wnu \times S \times \frac{L^2}{2}$$

$$Mu = 0.018 \text{ tn} - \text{m}$$

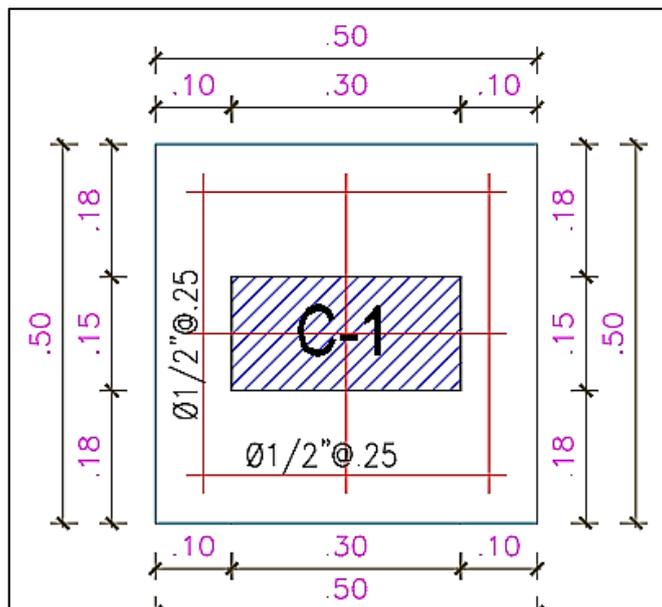
**Tabla 48**

*Diseño de acero por flexión*

<b>Diseño de acero por flexión</b>	
Mu	0.018 tn-m
d	52 cm
f'c	210 kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 kg/cm <sup>2</sup>
b	50 cm
As (+)	0.01 cm <sup>2</sup>
As min	4.68 cm <sup>2</sup>

*Nota.* Elaboración propia

Se verificó que las zapatas requieren refuerzo mínimo de 4.68 cm<sup>2</sup>, que representa la cuantía mínima según el E.060 Concreto Armado, por lo cual se considero el refuerzo de Ø1/2" @ 0.25 m para los refuerzos longitudinales y transversales.

**Figura 62***Detalle de zapatas*

*Nota.* Elaboración propia.

#### 7.1.10. Presupuesto y cronograma

Se realizó el metrado de las diferentes partidas que contempla la unidad básica de saneamiento, composteras y humedal, que a continuación se detalla.

**Tabla 49***Metrados de partidas*

Partida	Descripción	Und	Total
<b>01.00.00</b>	<b>Unidad básica de saneamiento compostera para zona inundable</b>		
<b>01.01.00</b>	<b>Caseta y cámara compostera</b>		
<b>01.01.01.</b>	<b>Trabajos preliminares</b>		
01.01.01.01.	Limpieza del terreno manual	m2	614.95
01.01.01.02.	Trazo y replanteo	m2	614.95
<b>01.01.02</b>	<b>Estructuras</b>		
<b>01.01.02.01.</b>	<b>Movimiento de tierras</b>		
01.01.02.01.01.	Excavación manual para zapatas y cimientos	m3	184.70
01.01.02.01.02.	Acarreo manual de material procedente de excavación	m3	240.11
01.01.02.01.03.	Conformación y compactación de cimiento c/material de préstamo	m2	197.21
<b>01.01.02.02.</b>	<b>Obras de concreto simple</b>		
01.01.02.02.01.	Solado $f'c=100$ kg/cm <sup>2</sup> para zapatas h=10 cm	m2	73.75
01.01.02.02.02.	Concreto $f'c=140$ kg/cm <sup>2</sup> para cimientos corridos	m3	106.73

01.01.02.02.03.	Vereda de concreto $f'c=140$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	53.93
01.01.02.02.04.	Encofrado y desencofrado en veredas	m <sup>2</sup>	130.63
<b>01.01.02.03.</b>	<b>Obras de concreto armado</b>		
<b>01.01.02.03.01.</b>	<b>Lavadero</b>		
01.01.02.03.01.01.	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en lavadero	m <sup>3</sup>	1.59
01.01.02.03.01.02.	Muro de ladrillo k.k.de arcilla 18 h amarre sogá, junta 1:5 cm, mortero 1:1:5	m <sup>2</sup>	12.39
01.01.02.03.01.03.	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	262.70
01.01.02.03.01.04.	Encofrado y desencofrado de lavadero	m <sup>2</sup>	197.06
<b>01.01.02.03.02.</b>	<b>Losa de cimentación y sobrecimiento reforzado</b>		
01.01.02.03.02.01.	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> para losa de fondo	m <sup>3</sup>	35.87
01.01.02.03.02.02.	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	1642.56
01.01.02.03.02.03.	Encofrado y desencofrado de losa de cimentación	m <sup>2</sup>	76.70
01.01.02.03.02.04.	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en sobrecimiento reforzado	m <sup>3</sup>	24.89
01.01.02.03.02.05.	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento reforzado	m <sup>2</sup>	374.36
<b>01.01.02.03.03.</b>	<b>Zapatas</b>		
01.01.02.03.03.01.	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en zapatas	m <sup>3</sup>	44.25
01.01.02.03.03.02.	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	758.27
01.01.02.03.03.03.	Encofrado y desencofrado de zapatas	m <sup>2</sup>	141.60
<b>01.01.02.03.04.</b>	<b>Columnas</b>		
01.01.02.03.04.01.	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en columnas	m <sup>3</sup>	51.09
01.01.02.03.04.02.	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	7699.48
01.01.02.03.04.03.	Encofrado y desencofrado para columnas	m <sup>2</sup>	1028.61
<b>01.01.02.03.05.</b>	<b>Vigas</b>		
01.01.02.03.05.01.	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en vigas	m <sup>3</sup>	21.68
01.01.02.03.05.02.	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	3690.99
01.01.02.03.05.03.	Encofrado y desencofrado para columnas	m <sup>2</sup>	826.00
<b>01.01.02.03.06.</b>	<b>Losa maciza</b>		
01.01.02.03.06.01.	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en losa maciza	m <sup>3</sup>	20.77
01.01.02.03.06.02.	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	1483.46
01.01.02.03.06.03.	Encofrado y desencofrado de losa maciza	m <sup>2</sup>	207.68
<b>01.01.02.03.07.</b>	<b>Escalera</b>		
01.01.02.03.07.01.	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en escalera	m <sup>3</sup>	38.23
01.01.02.03.07.02.	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	2082.29
01.01.02.03.07.03.	Encofrado y desencofrado en escalera	m <sup>2</sup>	213.11
<b>01.01.03.</b>	<b>Arquitectura y acabado</b>		
<b>01.01.03.01.</b>	<b>Albañilería</b>		
01.01.03.01.01.	Muro de ladrillo k.k.de arcilla 18 h amarre sogá, junta 1:5 cm, mortero 1:1:5	m <sup>2</sup>	1159.20
<b>01.01.03.02.</b>	<b>Revestimientos</b>		
01.01.03.02.01.	Tarrajeo interior y exterior mezcla C: A 1:5, e=1.5 cm	m <sup>2</sup>	3312.79
01.01.03.02.02.	Tarrajeo con impermeabilizante C: A 1:5, e=1.5 cm		465.85
01.01.03.02.03.	Derrame en vanos	m	398.25
<b>01.01.03.03.</b>	<b>Pisos y pavimentos</b>		
01.01.03.03.01.	Piso pulido	m <sup>2</sup>	160.48
01.01.03.03.02.	Piso impermeabilizado	m <sup>2</sup>	39.53
<b>01.01.03.04.</b>	<b>Pintura</b>		
01.01.03.04.01.	Pintura látex en muros interiores y exteriores a dos manos	m <sup>2</sup>	3778.64
<b>01.01.03.05.</b>	<b>Cobertura</b>		
01.01.03.05.01.	Viga de madera de 2"x3"x10'	und	177.00

01.01.03.05.02.	Viga de madera de 2"x2"x10´	und	295.00
01.01.03.05.03.	Calamina galvanizada de 1.80x0.80m, e=0.30 mm	m2	705.85
<b>01.01.03.06.</b>	<b>Carpintería metálica</b>		
01.01.03.06.01.	Suministro e instalación de puerta metálica inc. bisagra y cerrojo con anillo para candado	und	59.00
01.01.03.06.02.	Suministro e instalación de ventana metálica	und	59.00
<b>01.01.03.07.</b>	<b>Otros</b>		
01.01.03.07.01.	Suministro e instalación de tapa prefabricada de acero inoxidable 0.60x0.60	und	59.00
01.01.03.07.02.	Empaquetadura de jebe para sellado de cámara compostera	m	283.20
<b>01.01.04.</b>	<b>Instalaciones sanitarias</b>		
<b>01.01.04.01.</b>	<b>Sistema de agua fría</b>		
01.01.04.01.01.	Salida de agua fría tubería PVC de 1/2"	pto	236.00
01.01.04.01.02.	Válvula compuerta de 1/2"	und	59.00
01.01.04.01.03.	Tubería PVC de 1/2"	m	649.00
01.01.04.01.04.	Suministro e instalación de accesorios de agua	glb	59.00
01.01.04.01.05.	Suministro e instalación de ducha inc./accesorios	und	59.00
01.01.04.01.06.	Suministro e instalación de taza con separador de orina inc./accesorios	und	59.00
01.01.04.01.07.	Suministro e instalación de urinario inc./accesorios	und	59.00
01.01.04.01.08.	Suministro e instalación de lavatorio inc./accesorios	und	59.00
<b>01.01.04.02.</b>	<b>Sistema de desagüe</b>		
01.01.04.02.01.	Salida de desagüe PVC de 2"	pto	354.00
01.01.04.02.02.	Tubería PVC de desagüe 2"	m	720.39
01.01.04.02.03.	Tubería de ventilación PVC 2"	pto	59.00
01.01.04.02.04.	Tubería de ventilación PVC 4" inc. Abrazadera	pto	118.00
01.01.04.02.05.	Registro de bronce de 2"	und	59.00
01.01.04.02.06.	Suministro e instalación de accesorios de desagüe	glb	59.00
<b>01.01.05.</b>	<b>Instalaciones eléctricas</b>		
01.01.05.01.	Salida de centro de luz en techo	pto	59.00
01.01.05.02.	Conductor de cobre de 2.5 mm <sup>2</sup> o n°14 AWG-TW	m	531.00
01.01.05.03.	Tablero de distribución	und	59.00
01.01.05.04.	Canalización y tubería	m	265.50
<b>01.02.</b>	<b>Humedal artificial sub superficial de flujo horizontal</b>		
<b>01.02.01.</b>	<b>Trabajos preliminares</b>		
01.02.01.01.	Limpieza del terreno manual	m2	354.00
01.02.01.02.	Trazo y replanteo inicial	m2	354.00
01.02.01.03.	Excavación de terreno normal	m3	82.60
01.02.01.04.	Relleno con material de préstamo	m3	4.72
01.02.01.05.	Revestimiento con geomembrana HDPE e=1.50 mm	m2	533.36
01.02.01.06.	Filtro de grava de 50 mm	m3	53.10
01.02.01.07.	Filtro de grava de 8 mm	m3	10.33
01.02.01.08.	Suministro e instalación de plantas Scirpus Californicus (totora)	und	2124.00
<b>01.02.02.</b>	<b>Cámara trampa de grasas</b>		
01.02.02.01.	Limpieza del terreno manual	m2	21.24
01.02.02.02.	Trazo y replanteo	m2	21.24
01.02.02.03.	Excavación del terreno normal	m3	20.24
01.02.02.04.	Acarreo manual de material excedente de excavación	m3	26.31
01.02.02.05.	Solado f´c=100 kg/cm <sup>2</sup> para cámara h=5cm	m2	28.91
01.02.02.06.	Concreto f´c=175 kg/cm <sup>2</sup> para cámara trampa de grasas	m3	34.07

01.02.09.07.	Suministro e instalación de accesorios de cámara trampa de grasas	glb	59.00
01.02.09.08.	Tapa de concreto p/cámara trampa de grasas	und	59.00
<b>01.02.03.</b>	<b>Cámara de recolección</b>		
01.02.03.01.	Limpieza del terreno manual	m2	21.24
01.02.03.02.	Trazo y replanteo	m2	21.24
01.02.03.03.	Excavación del terreno normal	m3	27.46
01.02.03.04.	Acarreo manual de material excedente de excavación	m3	35.70
01.02.03.05.	Solado f'c=100 kg/cm2 para cámara h=5cm	m2	28.91
01.02.03.06.	Concreto f'c=175 kg/cm2 para cámara de recolección	m3	40.68
01.02.03.07.	Suministro e instalación de accesorios de cámara de recolección	glb	59.00
01.02.03.08.	Tapa de concreto p/cámara recolección	und	59.00
<b>02.00.00</b>	<b>Actividades de operación y mantenimiento</b>		
02.01.00	Capacitación en operación y mantenimiento de las UBS	glb	1.00
02.02.00	Limpieza de la caseta y sellado de cámaras composteras	glb	59.00

*Nota.* Elaboración propia.

En el Anexo 8 de la investigación se observa el presupuesto desarrollado con el software S10 que contempla la ejecución, operación y mantenimiento de las 59 UBS-ZIN, que a continuación se resume:

**Tabla 50**

*Resumen de presupuesto*

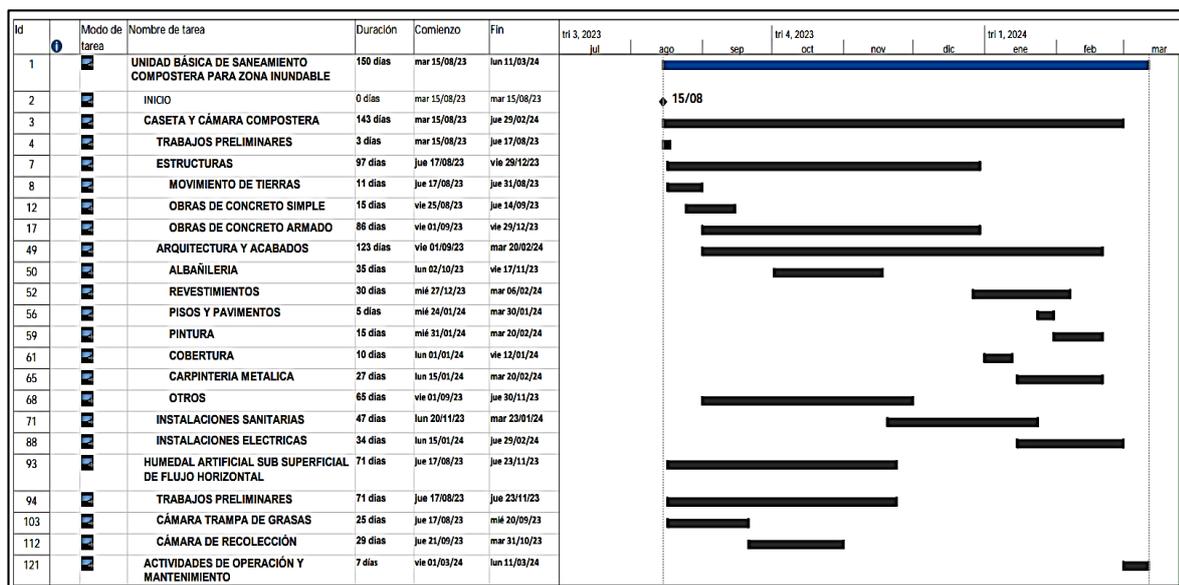
Ítem	Descripción	Costo parcial
01.	Caseta y cámaras composteras	893,442.34
01.01.	Trabajos preliminares	1,402.09
01.02.	Estructuras	406,960.96
01.03.	Arquitectura y acabados	367,735.51
01.04.	Instalaciones sanitarias	100,622.59
01.05.	Instalaciones eléctricas	16,721.19
02.	Humedal artificial	84,081.11
02.01.	Trabajos preliminares	33,935.55
02.02.	Cámara trampa de grasas	23,438.25
02.03.	Cámara de recolección	26,707.31
03.	Actividad de operación y mantenimiento	143,966.49
<b>Costo total del proyecto</b>		<b>1,122,936.69</b>

*Nota.* Elaboración propia.

El presupuesto total es de un millón ciento veinticinco mil quinientos cuarenta y nueve con 21/100 soles, programado en el plazo de 150 días calendarios para la ejecución de las 59 unidades básicas de saneamiento.

Figura 63

Resumen de cronograma establecido para las 59 UBS-ZIN



Nota. Elaboración propia.

## 7.2. Contrastación de hipótesis

### 7.2.1. Hipótesis general

A partir de los estudios realizados en el centro poblado, diseño y criterios establecidos por la normatividad peruana y la bibliografía existente para el dimensionamiento de la caseta, cámaras composteras y humedal; se ha validado la posibilidad de implementar de manera efectiva la unidad básica de saneamiento compostera adaptada a zonas inundables.

La viabilidad de este diseño se fundamenta en una evaluación exhaustiva de las condiciones topográficas, de los suelos y del recurso hídrico, culminando en la propuesta de un sistema cuyo análisis financiero reveló un presupuesto factible de 19,032.83 soles por cada unidad básica de saneamiento (UBS-ZIN). Este presupuesto incluye la construcción de casetas de 4.75 m<sup>2</sup> y sistemas de humedales de 2.00 m<sup>2</sup>. Dicho costo se alinea perfectamente con las directrices de gasto per cápita dictadas por el Plan Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), brindando así una alternativa económicamente viable y accesible para la comunidad, que no solo cumple con los requisitos normativos, sino que también se ajusta a las posibilidades económicas del entorno, garantizando la sostenibilidad y la implementación efectiva del proyecto.

Al contrastar estos resultados con los hallazgos de investigaciones precedentes, como los trabajos de Castro (2021) y Sánchez (2022), que reportaron costos de implementación de 35,629.40 soles y 11,787.34 soles para casetas de dimensiones similares y humedales ligeramente mayores, el presupuesto identificado para San Pedro de Parí se posiciona como un valor intermedio, reflejando una consideración meticulosa de los costos de operación y mantenimiento. Cabe destacar que, a diferencia de los antecedentes citados, el presente estudio cumple con los criterios económicos establecidos por el PNSR.

Además, se ha considerado un plazo de ejecución de 150 días calendario, que incluyeron todas las partidas necesarias, así también, las actividades de operación y mantenimiento de la UBS-ZIN, reflejando un tiempo óptimo para su construcción,

Por lo tanto, la confirmación de la hipótesis general se basa en la solidez de la metodología empleada, la coherencia de los resultados obtenidos con las expectativas y requerimientos normativos, y la comparación crítica con estudios similares, lo que demuestra la viabilidad técnica y económica de implementar la UBS-ZIN compostera en áreas susceptibles a inundaciones, proporcionando así una solución sostenible y adaptada a las condiciones específicas de San Pedro de Parí.

### **7.2.2. Hipótesis específicas**

Hipótesis específica 1: Las características topográficas, tipos de suelo y disponibilidad de agua en el centro poblado San Pedro de Parí son adecuadas para el funcionamiento óptimo de la UBS-ZIN. Esta afirmación se sustenta en el hallazgo de 59 viviendas con disponibilidad de terreno según levantamiento topográfico para implementar la UBS-ZIN, los cuales presentaron un tipo de suelo limo arenoso y grava limosa, acompañado de un nivel freático superficial a 0.50 m. Según la normativa vigente, estas características del suelo limitan la construcción de alcantarillados o sistemas de disposición de excretas con arrastre hidráulico, orientando la solución hacia el diseño de unidades básicas de saneamiento que incorporan humedales como sistema de tratamiento complementario. Cabe mencionar que, se constató la disponibilidad de agua necesaria para el funcionamiento eficiente de los diversos componentes sanitarios que integran la UBS, con un caudal verificado de 0.30 lt/seg.

La elección del diseño de caseta, cámara compostera y humedal encuentra respaldo en investigaciones previas que han abordado contextos con características locales similares, destacando la consistencia de los tipos de suelo encontrados, como arenas limosas, limos

orgánicos y arcillas orgánicas, que exhiben tasas de infiltración lentas o nulas. Esta congruencia en las características del suelo refuerza la pertinencia de las soluciones adoptadas. Cabe destacar que la decisión sobre la opción tecnológica para el tratamiento y disposición de excretas se alinea con el algoritmo propuesto por la normatividad peruana, una metodología respaldada y aplicada por el 60% de las investigaciones revisadas para la selección del sistema sanitario adecuado.

Por lo tanto, la contrastación meticulosa de la hipótesis específica 1 confirma la viabilidad y adecuación del entorno del centro poblado San Pedro de Pará para la implementación de la UBS-ZIN, basada en un análisis exhaustivo de las condiciones locales y la disponibilidad de recursos naturales, en consonancia con las directrices normativas y las evidencias de investigaciones previas.

Hipótesis específica 2: Mediante la aplicación rigurosa de la normatividad peruana, se logró determinar las dimensiones óptimas para la caseta y cámaras composteras de la UBS-ZIN. Este proceso se basó en la consideración meticulosa de los criterios de diseño y las fórmulas estipuladas en la normativa nacional, que incluyen aspectos como la proyección de población futura, la densidad poblacional, el volumen de excretas generadas, la dotación de agua y el volumen requerido para las cámaras composteras. Los resultados obtenidos fueron una caseta de 2.50 m de largo, 1.90 m de ancho y 2.15 m de alto, junto con cámaras composteras de 0.73 m de ancho, 1.35 m de largo y 1.20 m de alto. Estos resultados fueron contrastados con los antecedentes nacionales, revelando que el área utilizada en promedio por los investigadores fue de 4.50 m<sup>2</sup> para la caseta. Respecto al volumen de las cámaras composteras, el valor obtenido más frecuente fue de 1.10 m<sup>3</sup>, valor mínimo establecido por la normatividad peruana, cabe destacar que estas dimensiones están definidas según la densidad poblacional de cada estudio, adaptándose para familias de 2 a 4 personas por vivienda. A nivel internacional, es relevante señalar que los valores optados discrepan a los calculados debido a la metodología de diseño y normatividad utilizada por los demás países según sus características locales propias. A pesar de esto, el cumplimiento de la normatividad demostró una base sólida y esencial. Por lo tanto, se ha validado la hipótesis específica 2.

Hipótesis específica 3: De acuerdo al análisis del nivel de infiltración del suelo en la localidad de San Pedro de Pará se pudo determinar que el humedal es adecuado como sistema de tratamiento complementario para la UBS-ZIN. Esto se basa en el tiempo de infiltración mínimo de 21.43 minutos, valor que descarta el uso de zanjas de percolación o pozos de

absorción para la disposición de aguas residuales según la normativa IS.020. Estos resultados fueron contrastados con investigaciones previas, donde se obtuvo un tiempo promedio de infiltración de 20.64 minutos, y se observó que el 50% de los resultados registraron tiempos de infiltración superiores a los 24.41 minutos. Ningún antecedente reportó tiempos de infiltración menores a 7.70 minutos, lo que respalda la decisión de diseñar un biofiltro o humedal como sistema de tratamiento de aguas residuales antes de su vertido directo al terreno. Es importante destacar que la investigación de Castillo y Terrones (2018) es la única que presentó niveles freáticos en sus suelos al igual que la presente tesis, lo que refuerza la idoneidad de los humedales como sistemas complementarios para las unidades básicas de saneamiento en estas características. La confirmación de la hipótesis específica 3 se sustenta en el análisis riguroso del nivel de infiltración del suelo.

Hipótesis específica 4: Mediante el uso de la normatividad peruana y bibliografía existente se pudo determinar el diseño óptimo para los humedales. Esto ocurrió debido a la consideración de las diferentes fórmulas y criterios de diseño establecidas, considerando parámetros como: caudal de aporte unitario de aguas residuales, constante cinética por temperatura, demanda biológica de oxígeno, área superficial del humedal y retención hidráulica. Resultando en un área del humedal de 2 m de largo, 1 m de ancho y 0.60 m de profundidad para tratar 118 lt/seg de aguas residuales. Estos valores son coherentes con los antecedentes; dado que, el área promedio obtenido fue de 1.88 m<sup>2</sup> para tratar en promedio 169.90 l/día, con una profundidad de lecho promedio de 0.60m, el 50% de los estudios calcularon un área por encima de 2.00 m<sup>2</sup>, las investigaciones muestran que el parámetro de contaminante más utilizado fue una DBO de ingreso de 350 gr/m<sup>3</sup> al igual que en la presente tesis. La concordancia en los resultados fortalece y valida la metodología adoptada en esta investigación. En tal sentido, el cumplimiento de la hipótesis específica demuestra la aplicabilidad de las consideraciones y fórmulas utilizadas. En tal sentido, se cumplió la hipótesis específica 4.

### 7.3. Conclusiones

El diseño de la UBS-ZIN en el Centro Poblado San Pedro de Pará tiene un costo estimado de S/ 1,122,936.69 soles con un plazo de ejecución de 150 días calendarios. Esto se traduce en un costo de S/ 4,951.72 soles por habitante, siendo un valor adecuado para la población rural de acuerdo a la comparación con el costo per cápita establecido por el Programa de Saneamiento Rural.

Las características topográficas revelaron una pendiente moderada de 22.56 m distribuida entre las 59 viviendas, todas con disponibilidad de un terreno mínima de 393.77 m<sup>2</sup> por lote situado en las laderas del lago Chinchaycocha. Así también, se identificó un suelo de tipo limo arenoso y grava limosa, con niveles freáticos a profundidades de 0.50, 0.60 y 1.00 m. Estas características señalan una propensión a inundaciones, aunque el suelo es de fácil excavación y no expansible. Además, se determinó la disponibilidad de un manante con un aforo de 0.30 lt/seg. Estos resultados refuerzan la elección de la UBS-ZIN como opción tecnológica adecuada de acuerdo al algoritmo propuesto por la normatividad peruana.

Se han obtenido dimensiones para la caseta de 2.50 m de largo, 1.90 m de ancho, con una altura de 2.15 m en la parte frontal y 2.55 m en la parte posterior, adecuadas para albergar una taza especial, ducha, lavatorio, urinario y lavadero multiusos. Adicionalmente, se diseñaron dos cámaras composteras de 1.35 m de largo, 0.73 m de ancho y 1.20 m de alto capaces de contener 1.10 m<sup>3</sup> de excretas anuales generados por una densidad poblacional de 2.95 hab/vivienda.

El test de percolación realizado en la localidad de San Pedro de Pará resultó en un tiempo de infiltración promedio de 23.93 mayor a 12 minutos antes de llegar a la profundidad de saturación de los suelos. Esto se debe a que la localidad se encuentra a laderas del lago Chinchaycocha con presencia de niveles freáticos menores a 2 m. Debido a estos factores, se eligió el humedal como sistema complementario para tratar y disponer las aguas residuales.

El diseño final del humedal tiene dimensiones de 1 m de ancho, 2 m de largo y 0.60 m de profundidad, adecuado para tratar un caudal de 118 l/s de aguas grises procedentes de la UBS-ZIN, considerando la utilización de la totora como macrófita para realizar los procesos físicos, químicos y biológicos para el tratamiento de aguas residuales, principalmente en la reducción del contaminante DBO<sub>5</sub> a 100 mg/L según lo establecido por el Ministerio del

Ambiente para plantas de tratamiento. Así también, el periodo de retención hidráulica es de 2.87 días necesarios para realizar el proceso de purificación del agua residual antes de ser vertida al terreno.

#### **7.4.Recomendaciones**

- Se sugiere la ejecución de la UBS-ZIN considerando las partidas propuestas y el plazo establecido; sirviendo como referencia en futuros proyectos que priorice el distrito de Ondores.
- Es aconsejable considerar la implementación de las UBS-ZIN como sistema de disposición sanitaria de excretas para las características locales de San Pedro de Parí.
- Considerando el diseño establecido de la unidad básica de saneamiento se recomienda a los pobladores considerar las dimensiones propuestas en la tesis para la UBS-ZIN.
- Se propone considerar al humedal como sistema complementario para el tratamiento de aguas residuales en localidades con nivel de infiltración lenta propensas a inundaciones.
- Se sugiere tener en cuenta el enfoque de diseño propuesto en la tesis para garantizar el adecuado diseño del humedal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiken, L. (2003). *Test psicológicos y evaluación*. México.
- Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Arequipa.
- Ato García, M., Benavente, A., & López, J. (2006). *Análisis comparativo de tres enfoques para evaluar el acuerdo*. España.
- Borja Suárez, M. (2016). *Metodología de la investigación científica*. Chiclayo.
- Casanova Matera, L. (2002). *Topografía plana*. Merida.
- Castillo Cuadra, Y. D., & Terrones Zavaleta, M. M. (2018). *Planteamiento de un sistema de saneamiento básico ecológico en la localidad de Alizo, Distrito de Omia, Provincia Rodríguez de Mendoza - Amazonas*. Amazonas.
- Castro Luis, P. L., & Rojas Lazo, P. K. (2021). *Sistema de saneamiento alternativo mediante unidades básicas de saneamiento en el centro poblado de San Miguel - Moya - Huancavelica*. Huancayo.
- CONAGUA. (2019). *Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: humedales artificiales*. Mexico.
- Cohen, R. J., & Swerdik, M. (2001). *Pruebas y evaluación psicológicas: Introducción a las pruebas y a la medición*. México.
- Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L., & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Cochabamba.
- Delgadillo Iriarte, O. (2014). *¿Cómo aforar pequeñas fuentes de agua por el método volumétrico?* Bolivia: KIPUS.
- Ding, C., & Hershberger, S. (2002). Assessing Content Validity and Content Equivalence Using Structural Equation Modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 283-297.
- Dunner Turner, A. (2022). *Humedales construidos para el tratamiento de aguas servidas - un caso de edificio en Viña del Mar*. Valparaíso.
- Escobar, J., & Cuervo, Á. (2008). *Validez de contenido y juicio de expertos: Una*

*aproximación a su utilización. Colombia.*

Florez Morales, L. V., & Carrillo Moreno, J. A. (2022). *Alternativa de tratamiento complementario de aguas residuales en la PTAR del municipio de Manta, Cundinamarca mediante un humedal artificial. Bogota.*

Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico.*

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación. México.*

Instituto Nacional de Estadística e Informática, I. (2021). *Acceso a los servicios básicos en el Perú 2021. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.*

Instituto Nacional de Estadística e Informática, I. (2020). *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. Lima.*

Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de suelos. México: EDITORIAL LIMUSA, S.A.*

Lachira Espinoza, B., & Chávez Castillo, H. L. (2022). *Diseño hidráulico del sistema de agua potable y disposición sanitaria de excretas en el Caserío Cajas Alumbre - Huancabamba - Piura 2022. Piura.*

Largaespada Cajina, M. A., Dávila Aguirre, L. A., & Cáceres Zelaya, G. M. (2021). *Diseño de mini acueducto por gravedad (MAG) y saneamiento básico rural en la comunidad San Jose de Pire, Municipio de Condega, Departamento de Esteli. Managua.*

Medina Ramirez, C. C., & Hernandez Moreno, C. A. (2018). *Analisis de alternativas no convencionales para la recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales que se generan en el sector rural. Colombia.*

Mejía, A., Castillo, O., Vera, R., & Arroyo, V. (2016). *Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de America Latina. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos.*

Ministerio de Economía y Finanzas, M. (2021). *Nota Técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión. Perú.*

- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural, M. (2010). *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones*. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural, M. (2011). *Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables*. Madrid.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, M. (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, M. (2022). *Instructivo de la Ficha Técnica Estándar para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión de Saneamiento en el Ambito Rural*. Perú.
- Ministerio del Ambiente, M. (2010). *Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*. Lima: El Peruano.
- Norma Técnica E.050, N. (2018). *Suelos y Cimentaciones*. Lima: El Peruano.
- Norma Técnica IS.020, I. (2006). *Tanques sépticos*. El Peruano.
- Norma Técnica Peruana, N. (1998). *Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*. Lima.
- Norma Técnica Peruana, N. (1999). *Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico*. Lima.
- Norma Técnica Peruana, N. (1999). *Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)*. Lima.
- Norma Técnica Peruana, N. (1999). *Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos*. Lima.
- ONU-HABITAT. (2008). *Manual de Humedales Artificiales. Programa Agua para las ciudades asiáticas de ONU-HABITAT, Nepal, Katmandú*. Kenya.
- Organización Mundial de la Salud, O. (2019). *Guías para el saneamiento y la salud*. Suiza: L'IV Com Sarl.

- Organización Panamericana de la Salud, O. (2009). *Saneamiento Rural y Salud*. Guatemala.
- Parella Stracuzzi, S., & Martins Pestana, F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas.
- Pinto Alcón, W. A. (2022). *Análisis de la Implementación de baños ecológicos en la Comunidad San José del Municipio de Tarata*. Bolivia.
- Programa Nacional de Saneamiento Urbano, P. (2016). *Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento*.
- Sanchez García, K. R. (2020). *Estudio a nivel de pre-factibilidad para el proyecto de agua y saneamiento rural de la comunidad de San Antonio, del Municipio de Nueva Guinea, región autónoma de la Costa Caribe Sur*. Managua.
- Sánchez Luyo, R. E. (2022). *Estudio comparativo técnico - económico de unidad básica de saneamiento de arrastre hidráulico con tanque séptico biodigestor autolimpiable y compostera continua en el C.P. Betania - San Martín 2020*. Lima.
- Schertenleib, R., & Lane, J. (2018). *Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento*. Suiza.
- Soto, F. (1999). *Role of Scirpus lacustris in bacterial and nutrient removal from wastewater*. Malaysia: Water Science Technology.
- Ujang, Z. (2004). *Landfill leachate treatment by an experimental subsurface flow constructed wetland in tropical climate countries*. Malaysia: Environmental & water resource management.
- Vidal, G., & Hormazábal, S. (2018). *Humedales Construidos. Diseño y Operación*. Chile.
- Zanabria Rivera, D. B. (2021). *Aplicación del sistema integral de saneamiento ecológico para el tratamiento de aguas residuales del centro poblado de Occopampa, Lircay - Huancavelica*. Huancayo.

## ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia.

Variables	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Técnicas e instrumentos	Metodología
	<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	Opción tecnológica que permite la eliminación segura de residuos sólidos, excretas y aguas residuales en todas las fases de la cadena de funcionamiento del sistema sanitario de excretas, desde la contención en el inodoro hasta su	La opción tecnológica en saneamiento comprende la solución de ingeniería que se ajusta a las características físicas locales y a las condiciones socioeconómicas de la comunidad. Permiten seleccionar la	De acuerdo a Coronado (2007) la escala de medición es de razón o proporción, debido a que se admite el cálculo de todo tipo de operaciones aritméticas, obtener razones y proporciones, así como la estimación de un buen	<p><b>Técnicas</b></p> <p>-Observación de campo y observación de laboratorio.</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>-Ficha de registro de datos.</p> <p>-Ficha técnica de estudio de suelos.</p> <p>-Ficha técnica para el test de percolación.</p> <p>-Ficha para la medición del caudal de aforo.</p> <p>-Softwares</p>	Borja (2016) expone que el tipo de investigación aplicada busca comprender, formar y transformar un hecho problemático a través de la aplicación inmediata de una solución, en tal sentido, esta investigación es de tipo aplicada, porque se dirige a solucionar la realidad problemática existente en el centro poblado San Pedro de Parí por la falta de saneamiento.
V1: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera	¿Cómo diseñar una unidad básica de saneamiento compostera en zona inundable en el centro poblado San Pedro de Parí?	Diseñar una unidad básica de saneamiento compostera en zona inundable en el Centro Poblado San Pedro de Parí.	Mediante los estudios, diseño y criterios establecidos por la normatividad peruana y bibliografía existente se puede	implementar la	unidad básica de saneamiento	compostera en una zona inundable en el centro poblado San Pedro de Parí.		
V2: Zona inundable			<b>Hipótesis específica 1</b>					Asimismo, de acuerdo a Arias (2012) menciona
<b>Variable independiente</b>	<b>Problema específico 1</b>	<b>Objetivo específico 1</b>						

	¿Cuáles son las características topográficas, de suelo y disponibilidad de agua del centro poblado?	Realizar el estudio topográfico, estudio de suelos y caudal de aforo de agua en el centro poblado.	Las características topográficas, de suelo y la disponibilidad de agua son adecuadas para el funcionamiento de la UBS-ZIN.	transporte y disposición final (OPS, 2009)	manera óptima de dotar servicios de calidad de saneamiento a un costo compatible con la realidad local (OPS, 2009).	número de estimadores estadísticos.	que en el diseño de investigación no experimental las variables de investigación son estudiadas en su entorno natural sin ser sometidas a incentivos o condiciones experimentales que alteren su situación. Por lo tanto, el diseño de la presente investigación es no experimental de tipo transversal, porque los estudios realizados a las variables fueron en su entorno natural sin realizar alguna modificación o alteración
V1: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera	<b>Problema específico 2</b>	<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Hipótesis específica 2</b>				
	¿Cuál es el diseño óptimo de la unidad básica de saneamiento compostera para zona inundable?	Determinar las dimensiones de la caseta y cámaras composteras de la unidad básica de saneamiento compostera para zona inundable según la normatividad peruana.	Aplicando la normatividad peruana para el diseño de sistemas de saneamiento rural, se puede determinar las dimensiones óptimas de la caseta y cámaras composteras de la UBS-ZIN.				
<b>Variable dependiente</b>	<b>Problema específico 3</b>	<b>Objetivo específico 3</b>	<b>Hipótesis específica 3</b>	Acumulación importante de agua, tanto	La tecnología de infiltración tiene que		Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen que el enfoque de investigación cuantitativo utiliza la recolección de los datos utilizando procedimientos

	¿Cuál es el nivel de infiltración del suelo en el centro poblado en estudio?	Medir el nivel de infiltración del suelo en el centro poblado San Pedro de Parí.	Mediante el resultado del nivel de infiltración del suelo se puede considerar al humedal como sistema de tratamiento complementario adecuado para el tratamiento de las aguas residuales de la unidad básica de saneamiento.	natural como producida por el hombre, es decir agua superficial (OMS,2019)	tener un espacio suficiente disponible y la tierra debe de tener la capacidad adecuada para absorber el efluente (OPS, 2019)	estandarizados y aceptados por la comunidad científica para probar las hipótesis planteadas durante el estudio, a través de la medición numérica de los fenómenos estudiados y el posterior análisis estadístico procurando ser lo más objetivo posible, en tal sentido, la presente investigación presenta un enfoque cuantitativo con un alcance exploratorio, debido a que, se utiliza procedimientos estandarizados para la recolección o medición de datos para los diferentes estudios de topografía, suelo y disponibilidad de agua
V2: Zona inundable	<b>Problema específico 4</b> ¿Cuál es el sistema complementario de tratamiento y disposición de aguas residuales para las unidades básicas de saneamiento para zona inundable?	<b>Objetivo específico 4</b> Diseñar el sistema complementario de tratamiento y disposición de aguas residuales según la normatividad peruana y bibliografía existente.	<b>Hipótesis específica 4</b> Mediante el uso de la normatividad peruana y bibliografía existente para sistemas de tratamiento de aguas residuales, se puede determinar el diseño óptimo para el humedal.			

Anexo 02. Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
V1: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera  V2: Zona inundable	Problema general  ¿Cómo diseñar una unidad básica de saneamiento compostera para zona inundable en el centro poblado San Pedro de Parí?	Objetivo general  Diseñar una unidad básica de saneamiento compostera en zona inundable en el Centro Poblado San Pedro de Parí.	Hipótesis general  Mediante los estudios, diseño y criterios establecidos por la normatividad peruana y bibliografía existente se puede implementar la unidad básica de saneamiento compostera en una zona inundable en el centro poblado San Pedro de Parí.	Estructura	Presupuesto Cronograma	S/ días
Variable independiente	Problema específico 1  ¿Cuáles son las características topográficas, de suelo y disponibilidad de agua del centro poblado?	Objetivo específico 1  Realizar el estudio topográfico, estudio de suelos y caudal de aforo de agua en el centro poblado.	Hipótesis específica 1  Las características topográficas, de suelo y la disponibilidad de agua son adecuadas para el funcionamiento de la UBS-ZIN	Estudio topográfico	-Cantidad de viviendas -Altitud	und. m.s.n.m.
V1: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera	¿Cuáles son las características topográficas, de suelo y disponibilidad de agua del centro poblado?	Realizar el estudio topográfico, estudio de suelos y caudal de aforo de agua en el centro poblado.	Las características topográficas, de suelo y la disponibilidad de agua son adecuadas para el funcionamiento de la UBS-ZIN	Estudio de suelos	-Porcentaje de humedad -Limite liquido -Limite plastico -Capacidad portante -Nivel freático	% % % kg/cm2 m
				Disponibilidad del agua	- Caudal de aforo de la	lt/seg

					captación de agua -Caudal de demanda máximo horario	lt/seg
	Problema específico 2	Objetivo Especifico 2	Hipótesis específica 2	Caseta	- Distribución arquitectónica	- m2
	¿Cuáles son las dimensiones de la caseta y cámaras composteras de la unidad básica de saneamiento para zona inundable?	Determinar las dimensiones de la caseta y cámaras composteras de la unidad básica de saneamiento compostera para zona inundable según la normatividad peruana.	Aplicando la normatividad peruana para el diseño de sistemas de saneamiento rural, se puede determinar las dimensiones óptimas de la caseta y cámaras composteras de la UBS-ZIN.	Cámara compostera	- Densidad poblacional - Tasa de acumulación de lodos fecales - Periodo de acumulación y digestión - Volumen de cámara compostera	hab/viv m3/año año m3
Variable dependiente	Problema específico 3	Objetivo Especifico 3	Hipótesis específica 3	Test de percolación	- Tiempo de infiltración	min
V2: Zona inundable	¿Cuál es el nivel de infiltración del suelo en el centro poblado en estudio?	Medir el nivel de infiltración del suelo en el centro poblado San Pedro de Parí.	Mediante el resultado del nivel de infiltración del suelo se puede considerar al humedal como sistema de tratamiento complementario adecuado para el tratamiento	Caudal de aporte unitario	- Dotación de agua -Caudal de aguas residuales	l/hab.día l/d

Problema específico 4	Objetivo Especifico 4	Hipótesis específica 4	Humedal	- DBO de ingreso y salida	gr/m3
				- Constante cinética	d^-1
¿Cuál es el sistema complementario de tratamiento y disposición de aguas residuales para las unidades básicas de saneamiento para zona inundable?	Diseñar el sistema complementario de tratamiento y disposición de aguas residuales según la normatividad peruana y bibliografía existente.	Mediante el uso de la normatividad peruana y bibliografía existente para sistemas de tratamiento de aguas residuales, se puede determinar el diseño óptimo para el humedal.		- Profundidad de lecho	m
				- Área superficial del humedal	m2
				- Retención hidráulica	día

## Anexo 03. Matriz de discusión.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Castillo y Terrones (2018)	Castro y Rojas (2021)	Sánchez (2022)	Zanabria (2021)	Lachira y Chávez (2022)	Normas Nacionales	Normas Internacionales	Libros Nacionales	Libros Internacionales	Tesis	Discusión
V1: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera V2: Zona inundable	Estructura	Presupuesto	S/		1638952.5	1190521.2	554454.96	-	-	-	-	-	1125549.21	El presupuesto calculado de la presente investigación resulta mayor a los antecedentes debido a que se ha considerado acabados y componentes mayores a los establecidos en las demás investigaciones.
		Cronograma	días	-	120	90	-	-	-	-	-	-	150	El cronograma depende de la cantidad de unidades básicas a construir, en algunos casos no se establece el cronograma de ejecución.
Variable independiente V1: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera	Estudio topográfico	-Cantidad de viviendas	und	105	46	101	76	153	-	-	-	-	59	La cantidad de viviendas de diseño es menor a las demás investigaciones debido a que se cuenta con población de diseño menor.
		-Altitud	m.s.n.m.	1432.1	3617	841	-	2071.57	-	-	-	-	4091	La altitud del centro poblado en diseño es similar a la de Castro y Rojas debido a que son zonas rurales de altitud alta.
	Estudio de suelos	-Porcentaje de humedad	%	35.11	1.68	23	17.43	51.9	-	-	-	-	36.11	El porcentaje de humedad, límite líquido y plástico es parecido a la de Castillo y Terrones motivo por el cual la solución optada ha sido la unidad básica de saneamiento compostera.
		-Límite líquido	%	26	20.9	29	27.15	43	-	-	-	-	33.87	
		-Límite plástico	%	32	16.8	19	9.72	28	-	-	-	-	6.21	
		-Nivel freático	m	0.3	No presenta	No presenta	No presenta	No presenta	Establece el límite de 4m	-	-	-	0.50, 0.60, 1.00	
	Disponibilidad del agua	- Caudal de aforo de la captación de agua	lt/seg	2.77	-	-	-	0.4	-	-	-	-	0.3	El manante que abastece al centro poblado San Pedro de Parí presenta un aforo menor comparado a las investigaciones nacionales, pero es suficiente para abastecer a la población de diseño, motivo por el cual se puede determinar que se cuenta con la disponibilidad de agua.
		-Caudal de demanda máximo horario	lt/seg	0.831	-	-	-	0.534	-	-	-	-	0.21	El caudal de demanda requerido por la población es menor a las investigaciones debido a que la población de diseño es menor a las demás, comparado al caudal de aforo del manante es menor motivo por el cual si se cuenta con suficiente disponibilidad de agua.

	Caseta	-Distribución arquitectónica	m <sup>2</sup>	1.60 m de ancho, 2.80 m de largo y 2.40 m de alto (4.48 m <sup>2</sup> )	2.20 de ancho, 2.50 m de largo y 2.15 m de alto (4.70 m <sup>2</sup> )	2.90m de largo y 1.70 m de ancho (4.93 m <sup>2</sup> )	2.40m de largo y 1.70m de ancho (4.08 m <sup>2</sup> )	3.00 m de largo, 2.00 m de ancho (6 m <sup>2</sup> )	Establece dimensiones útiles de 2.20 x 1.60 – 1.90 x 2.20 con una altura de 2.15 m (4.75 m <sup>2</sup> )	Establece dimensiones de 1.30 m de ancho, 1.80 m de ancho, altura 1.80 m (2.34 m <sup>2</sup> )	-	-	1.90 m de ancho, 2.50 m de largo y 2.15 m de alto (4.75 m <sup>2</sup> )	La distribución arquitectónica de la caseta de unidad básica de saneamiento de la presente investigación presenta dimensiones similares a los antecedentes y normatividad peruana para contener el inodoro especial, lavatorio, urinario y en caso excepcional ducha.	
	Cámara compostera	- Densidad poblacional	hab/viv	3.19	4.02	5	5	2.81	-	-	-	-	2.95	La densidad poblacional de la presente tesis es similar a la investigación de Espinoza y Castillo debido a que las localidades son zonas rurales con baja población de diseño.	
- Tasa de acumulación de lodos fecales		m <sup>3</sup> /año	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	Recomienda 0.20		Recomienda 0.20		0.2	La tasa de acumulación de la tesis es usada también por los antecedentes y recomendado por la normatividad y libros nacionales.	
- Período de acumulación y digestión		año	1	1	1	1	1	1	Recomienda el periodo de 1 año		Recomienda el periodo de 1 año	Recomienda el periodo de 6 meses	1	El periodo de acumulación y digestión de las cámaras composteras es de 1 año igual al de los antecedentes y la normatividad peruana, pero diferente a los libros internacionales.	
- Volumen de cámara compostera		m <sup>3</sup>	0.60 m de ancho, 0.75 m de largo y 0.80 m de alto (1.33 m <sup>3</sup> )	1.05 m de ancho, 1.20 m de largo y 1.15 m de alto (1.07 m <sup>3</sup> )	1.20 m de ancho, 1.50 m de largo y 0.75 m de alto (1.33 m <sup>3</sup> )	1.40 m de largo, 0.88 m de ancho y 0.75 m de alto (0.92 m <sup>3</sup> )	1.40 m de largo, 0.93 m de ancho y 0.70 m de alto (0.91 m <sup>3</sup> )	Recomienda volumen mínimo de 1.10 m <sup>3</sup> y máximo de 2.23 m <sup>3</sup>	Recomienda dimensiones de 1.70 m de largo, 1.20 m de ancho, 0.85 m de alto	Recomienda volumen mínimo de 1.10 m <sup>3</sup> y máximo de 2.23 m <sup>3</sup>	Recomienda dimensiones de 0.90m de largo, 0.90 m de ancho, 1.02 m de altura	1.35 m de largo, 0.73 de ancho y 1.20 m de alto (1.10 m <sup>3</sup> )	Las dimensiones establecidas para la cámara compostera son similares al de las investigaciones que presentan densidades poblacionales mayores en tal sentido si es adecuado para el centro poblado San Pedro de Parí.		
Variable dependiente V2: Zona inundable	Test de percolación	- Tiempo de infiltración	min	25.1	12.24	7.7	24.19	24.62	Según el tiempo de infiltración establece el sistema complementario	-	-	-	Mayor a 12 min	El test de percolación de la presente investigación no se ha podido realizar debido a que se tiene el terreno saturado con agua constantemente debido a la presencia de humedales.	
	Caudal de aporte unitario	- Dotación de agua	l/hab. día	70	80	50	-	50	Establece 50 para la sierra, 60 para la costa y 70 para la selva	-	-	-	50	La dotación de agua es similar a las investigaciones de Sánchez, Espinoza y Castillo debido a que son valores establecidos por la normatividad peruana para zonas rurales.	
		-Caudal de aguas residuales	l/d	160	257.28	200	-	112.4	-	-	-	-	118	El caudal de las aguas residuales generada por la UBS es menor a las investigaciones debido a que se cuenta con densidad poblacional menor.	
	Humedal	- DBO de ingreso y salida	gr/m <sup>3</sup>	40 – 15	937.5 – 140.63	350 – 50	-	350-50	Recomienda DBO de salida de 100	-	-	Recomienda DBO de ingreso 350 y la DBO de salida depende de la calidad esperada	350-100	El DBO de ingreso es mayor a la investigación de Castillo y Terrones e igual a la investigación de Sánchez, Espinoza, Castillo y los libros internacionales; la DBO de salida es mayor a las investigaciones debido a la normatividad ambiental utilizada para efluentes de plantas de tratamiento.	
		- Constante cinética	d <sup>-1</sup>	-	0.51	0.283	-	0.54	-	-	-	-	-	2.95	La constante cinética es diferentes a las investigaciones debido a que depende de la temperatura de cada localidad.
		-Profundidad de lecho	m	0.6	0.6	0.8	-	0.7	-	-	-	Recomienda 0.60 m	0.6	La profundidad del humedal elegida es similar a las investigaciones de Castillo, Terrones, Castro y Rojas y según lo recomendado por los libros internacionales, en tal sentido, es adecuado para el tratamiento de aguas residuales.	

		-Área superficial del humedal	m2	1.50 m de largo, 0.70 m de ancho y 0.60 m de profundidad (1.05 m2)	2.00 m de largo, 1.50 m de ancho y 0.60 m de profundidad (2.53 m2)	2.00 m de largo, 1.50 m de ancho y 0.80 m de profundidad (2.65 m2)	-	1.40 m de largo, 0.93 m de ancho y 0.70 m de profundidad (1.05 m2)	-	-	-	Depende de los demás factores, pero se sugiere relación largo y ancho de 4:1 – 2:1	1 m de ancho por 2 m de largo y 0.60 m de profundidad (2.00 m2)	Las dimensiones optadas para el humedal son menores a las establecidas por las otras investigaciones debido al caudal de aguas residuales y la densidad poblacional menor.
		- Retención hidráulica	día	0.58 días	-	12 días	-	6.4	-	-	-	-	2.87	La retención hidráulica es menor a las establecidas debido al caudal de aguas residuales menor.

**Anexo 04. Validez y confiabilidad de los instrumentos.****CARTA DE PRESENTACIÓN**

Señor(a): ...RONY FRANK CANCHANYA PIÑAS.....

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DEL JUICIO DE EXPERTO.**

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UCSS, en la sede de Tarma, requiero validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título de la Investigación es:

**DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE PARÍ, JUNÍN – 2022** y siendo imprescindible contar con la aprobación de expertos especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted a fin de validar el instrumento de investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Planilla de juicio de expertos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

  
Firma

Steve Angel Caro Jancachagua  
DNI: 70223618



### PLANILLA JUICIO DE EXPERTOS

La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y apellidos del juez: RONY FRANK CANCHANYA PIÑAS.....

Formación académica: INGENIERÍA CIVIL.....

Áreas de experiencia profesional: RESIDENCIA EN OBRAS DE SANEAMIENTO..

- Objetivo de la investigación: Diseñar una unidad básica de saneamiento composter en zona inundable en el Centro Poblado San Pedro de Parí.
- Objetivo del juicio de expertos: Validez de contenido de los instrumentos a utilizar.
- Objetivo de la prueba: Juicio de expertos para la validación de instrumentos.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<b>SUFICIENCIA</b>		
Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
<b>CLARIDAD</b>		
El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b>		
El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b>		
El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

VARIABLES	DIMENSIÓN	ITEM O INSTRUMENTO	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Variable independiente: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera	UBS	Softwares para modelos computacionales	3	2	2	3	La dimensión engloba los demás
	Estudio topográfico	Ficha de registro de datos	3	3	3	3	
	Estudio de suelos	Ficha técnica de estudio de suelos	4	4	4	4	
	Disponibilidad del agua	Ficha para la medición del caudal de aforo	3	3	4	3	
	Caseta	Softwares para modelos computacionales	2	2	2	2	Especificar mejor la dimensión
Variable dependiente: Zona inundable	Cámara compostera	Softwares para modelos computacionales	2	3	3	2	
	Test de percolación	Ficha técnica para test de percolación	4	4	4	4	
	Caudal de aporte unitario	Softwares para modelos computacionales	3	2	3	3	
	Humedal	Softwares para modelos computacionales	3	2	2	3	

03 de Agosto del 2023



  
 Juan Pablo Canchalaya Vilas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 114592

Firma del Experto.



## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a): ..CRISTHIAN ERICK ARELLANO VEGA.....

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DEL JUICIO DE EXPERTO.**

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UCSS, en la sede de Tarma, requiero validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título de la Investigación es:

**DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE PARÍ, JUNÍN – 2022** y siendo imprescindible contar con la aprobación de expertos especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted a fin de validar el instrumento de investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Planilla de juicio de expertos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

Steve Angel Caro Jancachagua  
DNI: 70223618



### PLANILLA JUICIO DE EXPERTOS

La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y apellidos del juez: CRISTHIAN ERIC ARELLANO VEGA.....

Formación académica: INGENIERIA CIVIL.....

Áreas de experiencia profesional: DOCENTE EN OBRAS HIDRAULICAS.....

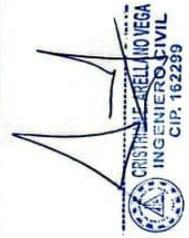
- Objetivo de la investigación: Diseñar una unidad básica de saneamiento composter en zona inundable en el Centro Poblado San Pedro de Parí.
- Objetivo del juicio de expertos: Validez de contenido de los instrumentos a utilizar.
- Objetivo de la prueba: Juicio de expertos para la validación de instrumentos.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<b>SUFICIENCIA</b>		
Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
<b>CLARIDAD</b>		
El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b>		
El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b>		
El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

VARIABLES	DIMENSIÓN	ITEM O INSTRUMENTO	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Variable independiente: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera	UBS	Softwares para modelos computacionales	3	3	2	2	
	Estudio topográfico	Ficha de registro de datos	4	4	3	3	
	Estudio de suelos	Ficha técnica de estudio de suelos	4	4	3	4	
	Disponibilidad del agua	Ficha para la medición del caudal de aforo	3	4	3	3	
	Caseta	Softwares para modelos computacionales	1	3	3	2	
Variable dependiente: Zona inundable	Cámara compostera	Softwares para modelos computacionales	3	2	2	3	
	Test de percolación	Ficha técnica para test de percolación	4	3	4	4	
	Caudal de aporte unitario	Softwares para modelos computacionales	3	3	2	2	
	Humedal	Softwares para modelos computacionales	3	3	2	2	DEFINIR MEJOR LA DIMENSION

02.08. de ..... del 2023



CRISTÓBAL BELLINO VEGA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 162239

Firma del Experto.



## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a): JESÚS ELI ULLOA TRUJILLO

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DEL JUICIO DE EXPERTO.**

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UCSS, en la sede de Tarma, requiero validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título de la Investigación es:

**DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE PARÍ, JUNÍN – 2022** y siendo imprescindible contar con la aprobación de expertos especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted a fin de validar el instrumento de investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Planilla de juicio de expertos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

Steve Angel Caro Jancachagua  
DNI: 70223618



### PLANILLA JUICIO DE EXPERTOS

La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y apellidos del juez: JESÚS ELI ULLOA TRUJILLO.....

Formación académica: INGENIERÍA CIVIL.....

Áreas de experiencia profesional: RESIDENCIA EN OBRAS DE SANEAMIENTO

- Objetivo de la investigación: Diseñar una unidad básica de saneamiento composter en zona inundable en el Centro Poblado San Pedro de Pari.
- Objetivo del juicio de expertos: Validez de contenido de los instrumentos a utilizar.
- Objetivo de la prueba: Juicio de expertos para la validación de instrumentos.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<b>SUFICIENCIA</b>		
Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
<b>CLARIDAD</b>		
El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b>		
El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b>		
El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

VARIABLES	DIMENSIÓN	ITEM O INSTRUMENTO	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Variable independiente: Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento Compostera	UBS	Softwares para modelos computacionales	2	3	3	3	
	Estudio topográfico	Ficha de registro de datos	4	4	3	4	
	Estudio de suelos	Ficha técnica de estudio de suelos	4	3	4	4	
	Disponibilidad del agua	Ficha para la medición del caudal de aforo	4	4	3	3	
	Caseta	Softwares para modelos computacionales	2	5	3	3	
Variable dependiente: Zona inundable	Cámara compostera	Softwares para modelos computacionales	2	3	3	3	
	Test de percolación	Ficha técnica para test de percolación	3	4	4	4	
	Caudal de aporte unitario	Softwares para modelos computacionales	3	2	3	3	
	Humedal	Softwares para modelos computacionales	2	3	3	3	

31 de 07 del 2023



EVU ULLOA TRUJILLO  
INGENIERO CIVIL  
CIP 151116

Firma del Experto.

#### 4.1. Validez de contenido

La validez del contenido se refiere a cuan representativo es el conjunto de instrumentos de una prueba total de comportamientos posibles de la variable que busca medir; así también, los ítems de un instrumento deben ser relevantes para el constructo que se está midiendo y deben cubrir adecuadamente el dominio completo del constructo. Una estrategia común para evaluar la validez de contenido es solicitar a expertos en el tema que revisen cada instrumento y determinan si los ítems son pertinentes y representativos del constructo de interés (Cohen & Swerdik, 2001).

##### 4.1.1. Juicio de expertos

Se refiere a las opiniones fundamentadas de individuos experimentados en un área particular, quienes son vistos por sus pares como especialistas capacitados para proporcionar datos, pruebas, criterios y evaluaciones respecto a la suficiencia, claridad, coherencia y relevancia que un instrumento posee según el Cuadro 1; los expertos son escogidos según sus antecedentes en formular juicios, experiencia o conocimiento del tema, prestigio en el campo, disposición para colaborar y objetividad (Ding & Hershberger, 2002).

**Tabla 1.**

*Calificación de instrumentos por categorías.*

<b>Categoría</b>	<b>Calificación</b>	<b>Indicador</b>
<b>Suficiencia</b> Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
<b>Claridad</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.

	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>Coherencia</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio 2. Bajo nivel 3. Moderado nivel 4. Alto nivel	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión. El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión. El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo. El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>Relevancia</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio 2. Bajo nivel 3. Moderado nivel 4. Alto nivel	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión. El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste. El ítem es relativamente importante. El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

*Nota.* (Escobar & Cuervo, 2008).

#### 4.1.2. Confiabilidad de los instrumentos

Para validar la confiabilidad de la opinión de los expertos, es crucial evaluar cuánto coinciden en sus puntos de vista, dado que tales juicios contienen componentes subjetivos. Un alto nivel de concordancia sugiere que existe un acuerdo general en cómo se clasifica o se otorgan puntajes, y también refleja la posibilidad de intercambiar herramientas de medición y la consistencia de los resultados (Aiken, 2003).

Dentro de los procedimientos utilizados para la confiabilidad de los instrumentos tenemos al coeficiente de Kappa y coeficiente de W de Kendall, este último se utiliza para determinar el nivel de relación entre k grupos de rangos. Por ello, resulta especialmente valioso cuando se pide a los expertos que otorguen rangos a los ítems, como podría ser de 1 a 4., para posteriormente ser analizados mediante el Cuadro 2. (Ato García, Benavente, & López, 2006).

**Tabla 2.***Análisis de resultados para W de Kendall.*

<b>Coefficientes</b>	<b>Escala de los datos</b>	<b>Información que provee</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Rechazo de la Ho e interpretación</b>
Coefficiente de concordancia W de Kendall	Escala ordinal	El grado de concordancia entre varios rangos de n objetivos o individuos. Aplicable a estudios interjuicio o confiabilidad interprueba.	Ho: Los rangos son independientes, no concuerdan.  H1: Hay concordancia significativa entre los rangos.	Se rechaza H0 cuando el valor observado excede al valor crítico (con un $\alpha$ de 0.05). El SPSS indica el nivel de significancia, y cuando es inferior al 0.05, se rechaza la H0 y se concluye que hay concordancia significativa entre los rangos asignados por los jueces. Además, se interpreta la fuerza de la concordancia, que aumenta cuando W se acerca a 1.

*Nota.* (Escobar & Cuervo, 2008).

## 4.2. Resultados

### 4.2.1. Puntuación de los instrumentos

Los expertos han puntuado los diferentes instrumentos, según la dimensión y variable a la cual van a medir, se resume las puntuaciones en los cuadros siguientes:

**Tabla 3.***Puntuación del experto 1.*

<b>Ítem</b>	<b>Suficiencia</b>	<b>Coherencia</b>	<b>Relevancia</b>	<b>Claridad</b>
1	3	2	2	3
2	3	3	3	3
3	4	4	4	4
4	3	3	4	3
5	2	2	2	2
6	2	3	3	2
7	4	4	4	4
8	3	2	3	3
9	3	2	2	3

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 4.***Puntuación del experto 2.*

Ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Claridad
2	3	3	2	2
3	4	4	3	3
4	4	4	3	4
3	3	4	3	3
2	1	3	3	2
3	3	2	2	3
4	4	3	4	4
2	3	3	2	2
2	3	3	2	2

*Nota.* Elaboración propia.**Tabla 5.***Puntuación del experto 3.*

Ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Claridad
3	2	3	3	3
4	4	4	3	4
4	4	3	4	4
3	4	4	3	3
3	2	3	3	3
3	2	3	3	3
4	3	4	4	4
3	3	2	3	3
3	2	3	3	3

*Nota.* Elaboración propia.

#### 4.2.2. Determinación del coeficiente de Kendall

La determinación del coeficiente de Kendall para cada categoría de evaluación ha sido realizada mediante el software IBM SPSS software estadístico avanzado utilizado para el análisis de datos mediante tablas y gráficas complejas de investigaciones en ciencias sociales o aplicadas.

### a) Suficiencia

El coeficiente de Kendall para la categoría suficiencia es de 0.790 que indica que la fuerza de concordancia entre los expertos es moderada ya que se acerca al 1, así también, el nivel de significación es 0.015 menor a 0.05 indicando que hay concordancia significativa entre los jueces; por lo tanto, los instrumentos utilizados son validados como suficientes.

**Tabla 6.**

*W de Kendall para la categoría Suficiencia.*

Estadísticos de prueba	
N	3
W de Kendall <sup>a</sup>	0.790
Chi-cuadrado	18.958
gl	8
Sig. asin.	0.015

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

### b) Coherencia

El coeficiente de Kendall para la categoría suficiencia es de 0.796 que indica que la fuerza de concordancia entre los expertos es moderada ya que se acerca al 1, así también, el nivel de significación es 0.014 menor a 0.05 indicando que hay concordancia significativa entre los jueces; por lo tanto, los instrumentos utilizados están relacionado con la dimensión que están midiendo y son validados como coherentes.

**Tabla 7.**

*W de Kendall para la categoría Coherencia.*

Estadísticos de prueba	
N	3
W de Kendall <sup>a</sup>	0.796
Chi-cuadrado	19.111
gl	8
Sig. asin.	0.014

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

### c) Relevancia

El coeficiente de Kendall para la categoría suficiencia es de 0.649 que indica que la fuerza

de concordancia entre los expertos es moderada, así también, el nivel de significación es 0.049 menor a 0.05 indicando que hay concordancia significativa entre los jueces; por lo tanto, los instrumentos utilizados son muy relevantes y deben ser incluidos; en tal sentido, son validados como relevantes.

**Tabla 8.**

*W de Kendall para la categoría Relevancia.*

Estadísticos de prueba	
N	3
W de Kendall <sup>a</sup>	0.649
Chi-cuadrado	15.573
gl	8
Sig. asin.	0.049

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

**a) Claridad**

El coeficiente de Kendall para la categoría suficiencia es de 0.737 que indica que la fuerza de concordancia entre los expertos es moderada ya que se acerca al 1, así también, el nivel de significación es 0.024 menor a 0.05 indicando que hay concordancia significativa entre los jueces; por lo tanto, los instrumentos utilizados tienen semántica y sintaxis clara; en tal sentido, son validados como claros.

**Tabla 9.**

*W de Kendall para la categoría Claridad.*

Estadísticos de prueba	
N	3
W de Kendall <sup>a</sup>	0.737
Chi-cuadrado	17.686
gl	8
Sig. asin.	0.024

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

## **Anexo 05. Confiabilidad de resultados**

### **5.1. Estadística descriptiva**

La estadística descriptiva muestra los datos, valores o puntuaciones adquiridos para cada variable de estudio a través de la distribución de puntuaciones o frecuencias representados mediante tablas, histogramas, gráficas circulares, polígonos de frecuencia producidos por softwares como IBM SPSS, Minitab, SAS. Pero además de la distribución de frecuencias es necesario calcular la medida de tendencia central y la variabilidad o dispersión de los valores, obtenido mediante la aplicación de la moda, mediana, media, rango, desviación estándar y varianza según el nivel de medición de cada variable (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

#### **5.1.1. Resultados**

A continuación, se presentan los resultados de los valores, frecuencias, medidas de tendencia central y variabilidad de los datos obtenidos del software IBM SPSS de las diferentes variables desarrolladas en la presente investigación.

Los casos estudiados están resumidos de acuerdo al siguiente listado:

1. Resultados obtenidos de la tesis.
2. Resultados de la investigación de Castillo y Terrones.
3. Resultados de la investigación de Castro y Rojas.
4. Resultados de la investigación de Sánchez.
5. Resultados de la investigación de Zanabria.
6. Resultados de la investigación de Lachira y Chávez.
7. Valores recomendados por las normas nacionales.
8. Valores recomendados por las normas internacionales.
9. Valores recomendados por los libros nacionales.
10. Valores recomendados por los libros internacionales.

**a) Variable: Estudio de suelos**

**Tabla 1.**

*Valores obtenidos para la variable.*

Casos	% humedad	Limite liquido (%)	Limite plástico (%)	Nivel freático (m)
1	59	33.87	6.21	0.50
2	105	32.00	26.00	0.30
3	46	20.90	16.80	0.00
4	101	29.00	19.00	0.00
5	76	27.15	9.72	0.00
6	153	43.00	28.00	0.00

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 2.**

*Resultados obtenidos de frecuencia, tendencia central y variabilidad.*

	Porcentaje de humedad (%)	Limite liquido (%)	Limite plástico (%)	Nivel freático (m)
Media	27.5383	30.9867	17.6217	0.1333
Mediana	29.0550	30.5000	17.9000	0.0000
Moda	1.68 <sup>a</sup>	20.90 <sup>a</sup>	6.21 <sup>a</sup>	0.00
Desv. estándar	17.41105	7.40363	8.63879	0.21602
Rango	50.22	22.10	21.79	0.50
Mínimo	1.68	20.90	6.21	0.00
Máximo	51.90	43.00	28.00	0.50

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

**b) Variable: Disponibilidad de agua**

**Tabla 3.**

*Valores obtenidos para la variable.*

Casos	Caudal de aforo (lt/seg)	Caudal de demanda máxima (lt/seg)
1	0.30	0.21
2	2.77	0.83
6	1.10	0.53

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 4.**

*Resultados obtenidos de frecuencia, tendencia central y variabilidad.*

	<b>Caudal de aforo (lt/seg)</b>	<b>Caudal de demanda máxima horaria (lt/seg)</b>
Media	1.3900	0.5233
Mediana	1.1000	0.5300
Moda	.30 <sup>a</sup>	.21 <sup>a</sup>
Desv. estándar	1.26028	0.31005
Rango	2.47	0.62
Mínimo	0.30	0.21
Máximo	2.77	0.83

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

**c) Variable: Caseta**

**Tabla 5.**

*Valores obtenidos para la variable.*

<b>Casos</b>	<b>Distribución arquitectónica (m2)</b>
1	4.75
2	4.48
3	4.70
4	4.93
5	4.08
6	6.00
7	4.75
8	2.34

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 6.**

*Resultados obtenidos de frecuencia, tendencia central y variabilidad.*

<b>Distribución arquitectónica (m<sup>2</sup>)</b>	
Media	4.5038
Mediana	4.7250
Moda	4.75
Desv. estándar	1.03110
Rango	3.66
Mínimo	2.34
Máximo	6.00

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

**d) Variable: Cámara compostera**

**Tabla 7.**

*Valores obtenidos para la variable.*

<b>Casos</b>	<b>Densidad poblacional (hab/viv)</b>	<b>Tasa de acumulación de lodos fecales (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Periodo de acumulación y digestión (años)</b>	<b>Volumen de la cámara compostera (m<sup>3</sup>)</b>
1	2.95	0.20	1.00	1.10
2	3.19	0.20	1.00	1.33
3	4.02	0.20	1.00	1.07
4	5.00	0.20	1.00	1.33
5	5.00	0.20	1.00	0.92
6	2.81	0.20	1.00	0.91
7	0.00	0.00	1.00	1.10
8	0.00	0.20	0.00	1.73
9	0.00	0.00	1.00	1.10
10	0.00	0.20	0.50	0.83

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 8.**

*Resultados obtenidos de frecuencia, tendencia central y variabilidad.*

	<b>Densidad poblacional (hab/viv)</b>	<b>Tasa de acumulación (m3/año)</b>	<b>Periodo de acumulación (años)</b>	<b>Volumen de la cámara compostera (m3)</b>
Media	2.2970	0.1600	0.8500	1.1420
Mediana	2.8800	0.2000	1.0000	1.1000
Moda	0.00	0.20	1.00	1.10
Desv. estándar	2.11274	0.08433	0.33747	0.26402
Rango	5.00	0.20	1.00	0.90
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.83
Máximo	5.00	0.20	1.00	1.73

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

**e) Variable: Test de percolación**

**Tabla 9.**

*Valores obtenidos para la variable.*

<b>Casos</b>	<b>Tiempo de infiltración (min)</b>
1	Nula
2	25.10
3	12.24
4	7.70
5	24.19
6	24.62

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 10.**

*Resultados obtenidos de frecuencia, tendencia central y variabilidad.*

<b>Tiempo de infiltración (min)</b>	
Media	20.6417
Mediana	24.4050
Moda	7.70 <sup>a</sup>
Desv. estándar	8.64809
Rango	22.30
Mínimo	7.70
Máximo	30.00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

**f) Variable: Caudal de aporte unitario**

**Tabla 11.**

*Valores obtenidos para la variable.*

Casos	Dotación de agua (l/hab.día)	Caudal de aguas residuales (l/día)
1	50.00	118.00
2	70.00	160.00
3	80.00	257.58
4	50.00	200.00
6	50.00	112.40

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 12.**

*Resultados obtenidos de frecuencia, tendencia central y variabilidad.*

	Dotación de agua (l/hab.día)	Caudal de aguas residuales (l/día)
Media	60.0000	169.5960
Mediana	50.0000	160.0000
Moda	50.00	112.40 <sup>a</sup>
Desv. estándar	14.14214	60.60363
Rango	30.00	145.18
Mínimo	50.00	112.40
Máximo	80.00	257.58

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

**g) Variable: Humedal**

**Tabla 13.**

*Valores obtenidos para la variable.*

Casos	DBO de ingreso (gr/m3)	DBO de salida (gr/m3)
1	350.00	100.00
2	40.00	15.00
3	937.50	140.63
4	350.00	50.00
6	350.00	50.00
10	350.00	35.00

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 14.**

*Resultados obtenidos de frecuencia, tendencia central y variabilidad.*

	<b>DBO de ingreso (gr/m<sup>3</sup>)</b>	<b>DBO de salida (gr/m<sup>3</sup>)</b>
Media	396.2500	65.1050
Mediana	350.0000	50.0000
Moda	350.00	50.00
Desv. estándar	292.71894	46.46468
Rango	897.50	125.63
Mínimo	40.00	15.00
Máximo	937.50	140.63

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

**Tabla 15.**

*Valores obtenidos para la variable.*

<b>Casos</b>	<b>Profundidad del lecho (m)</b>	<b>Área superficial del humedal (m)</b>
1	0.60	2.00
2	0.60	1.05
3	0.60	2.53
4	0.80	2.65
6	0.70	1.05
10	0.60	2.00

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 16.**

*Resultados obtenidos de frecuencia, tendencia central y variabilidad.*

	<b>Profundidad del lecho (m)</b>	<b>Área superficial del humedal (m)</b>
Media	0.6500	1.8800
Mediana	0.6000	2.0000
Moda	0.60	1.05 <sup>a</sup>
Desv. estándar	0.08367	0.69599
Rango	0.20	1.60
Mínimo	0.60	1.05
Máximo	0.80	2.65

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

*Nota.* Resultado obtenido del software IBM SPSS.

**Anexo 06. Panel fotográfico.**



**Fotografía 1.** Estación en el punto BM-1.



**Fotografía 2.** Levantamiento topográfico del reservorio.



**Fotografía 3.** Levantamiento topográfico de la I.E. Virgen de Natividad de San Pedro de Parí.



**Fotografía 4.** Levantamiento topográfico del local comunal.



**Fotografía 5.** Levantamiento topográfico de los lotes de terreno.



**Fotografía 6.** Medición de la calicata realizada.



**Fotografía 7.** Medición del nivel freático de la calicata 2.



**Fotografía 8.** Aforo del manante.

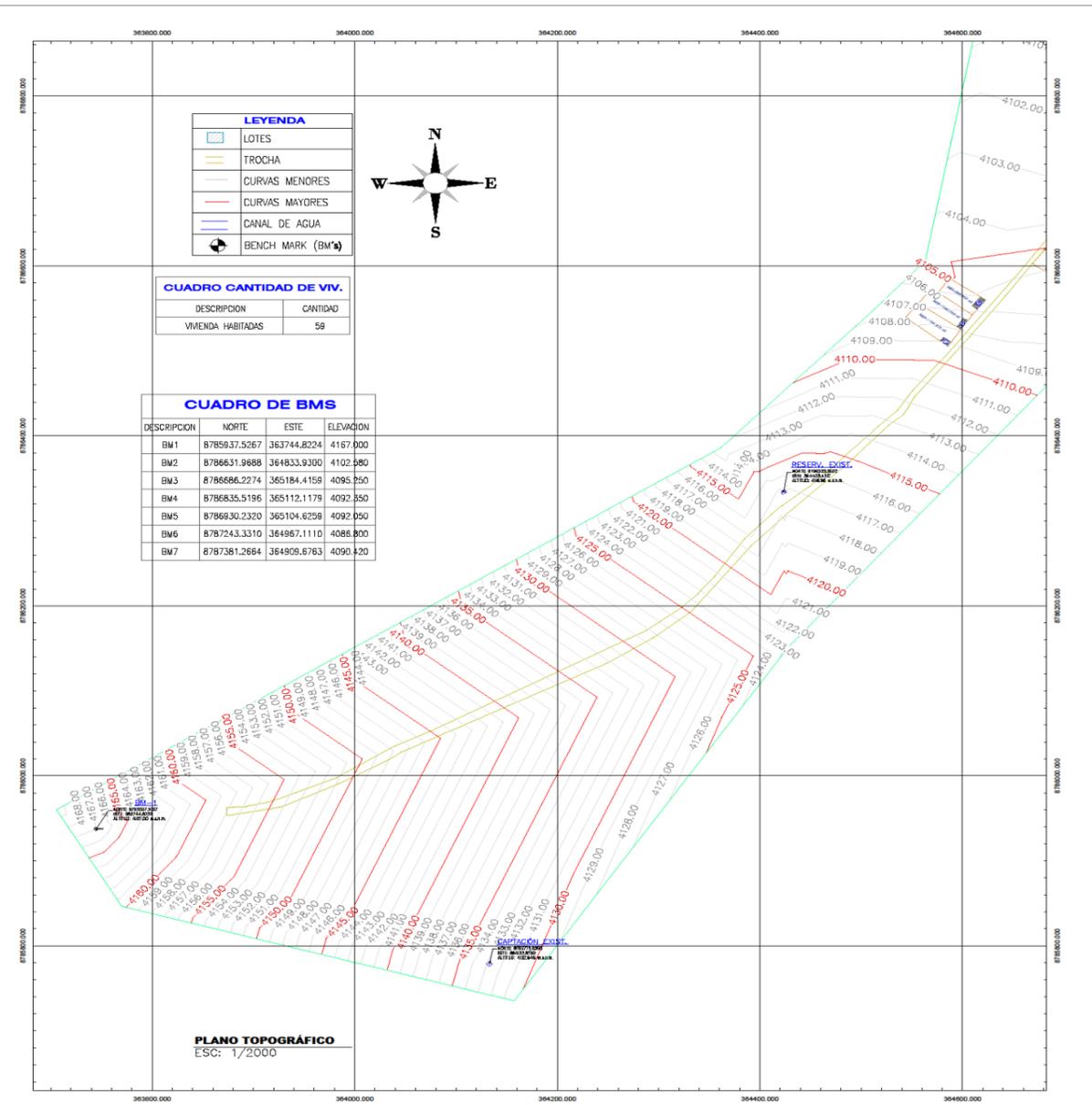
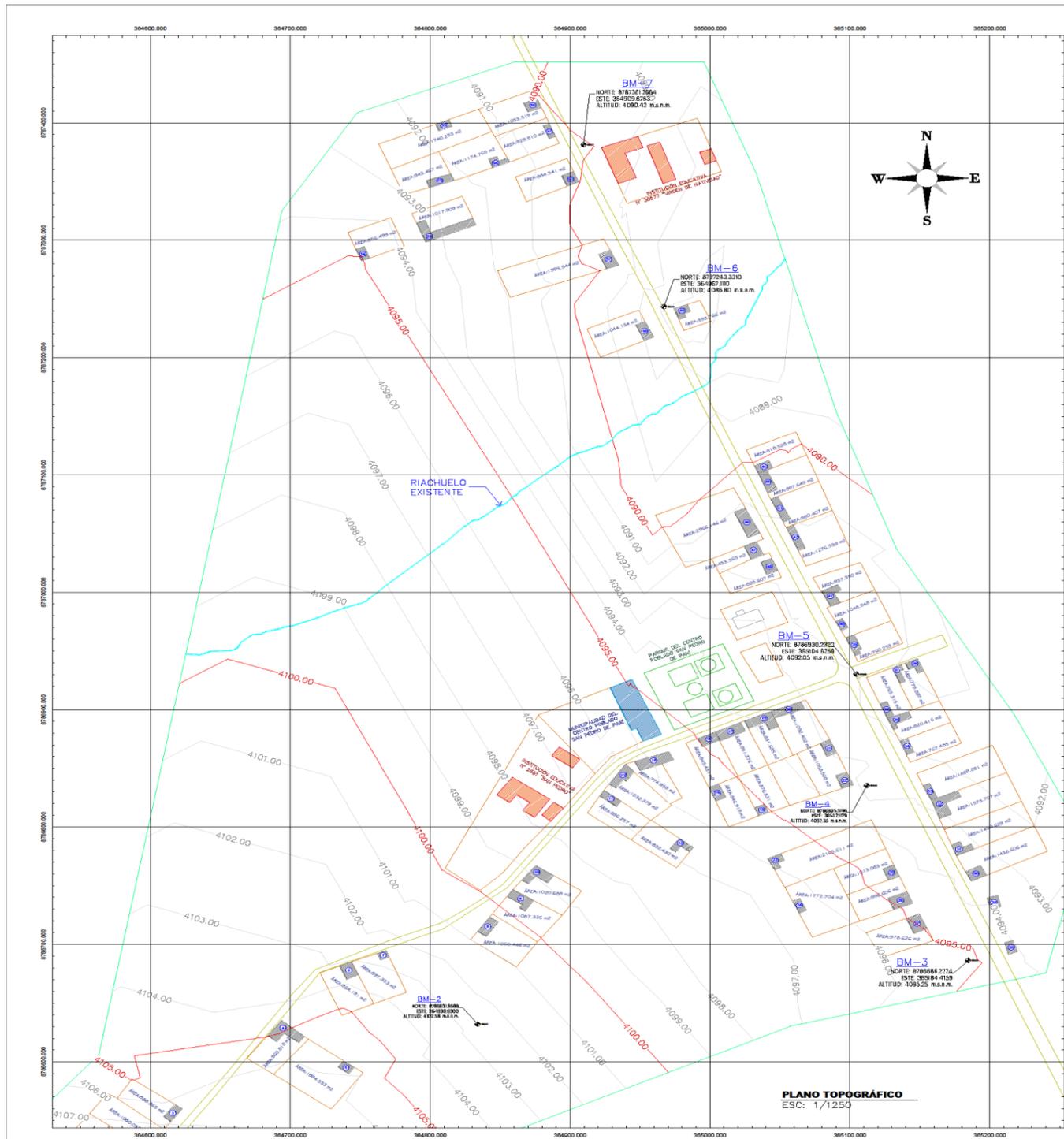


**Fotografía 9.** Estudio de campo antes del levantamiento topográfico.

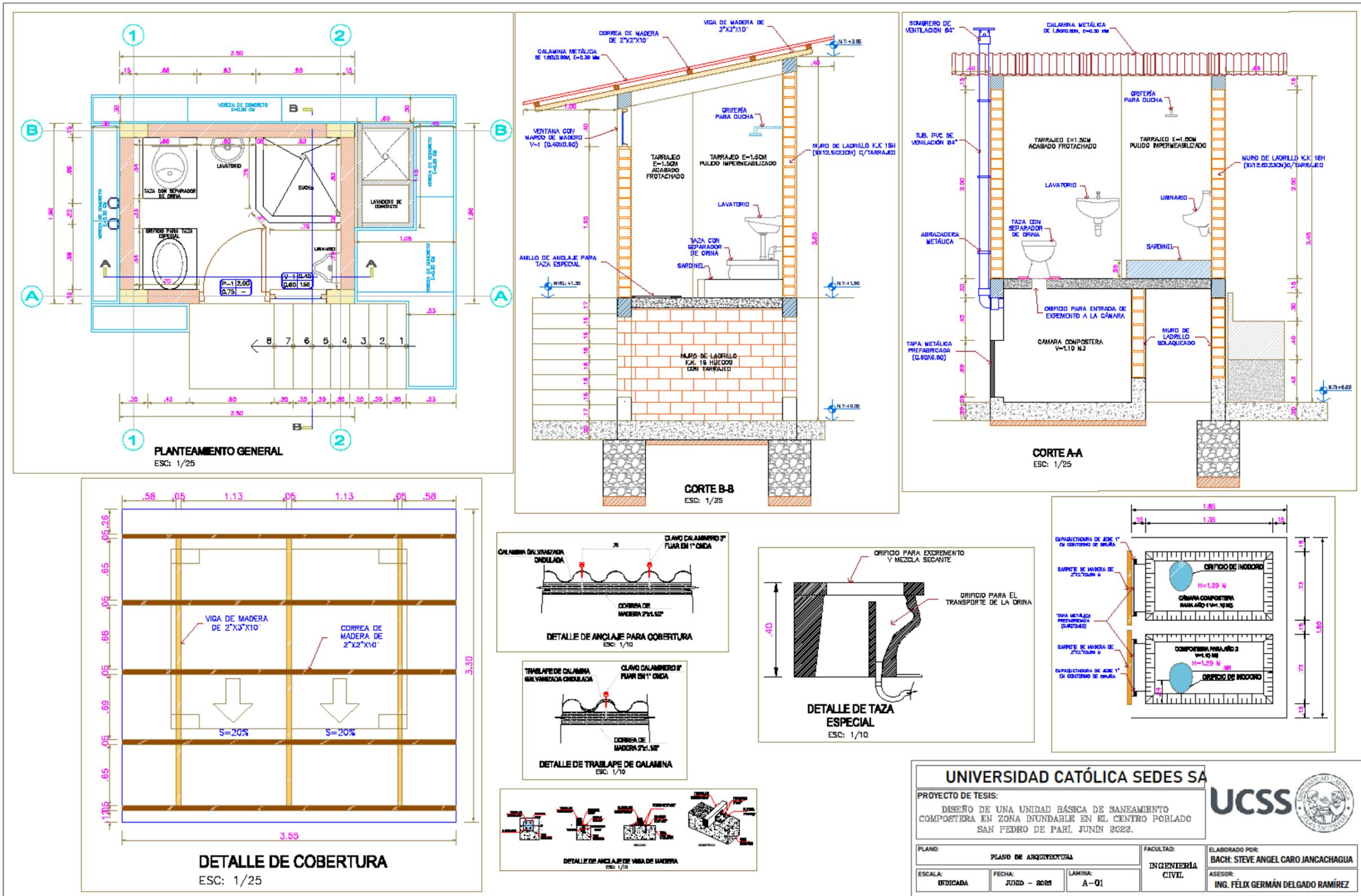


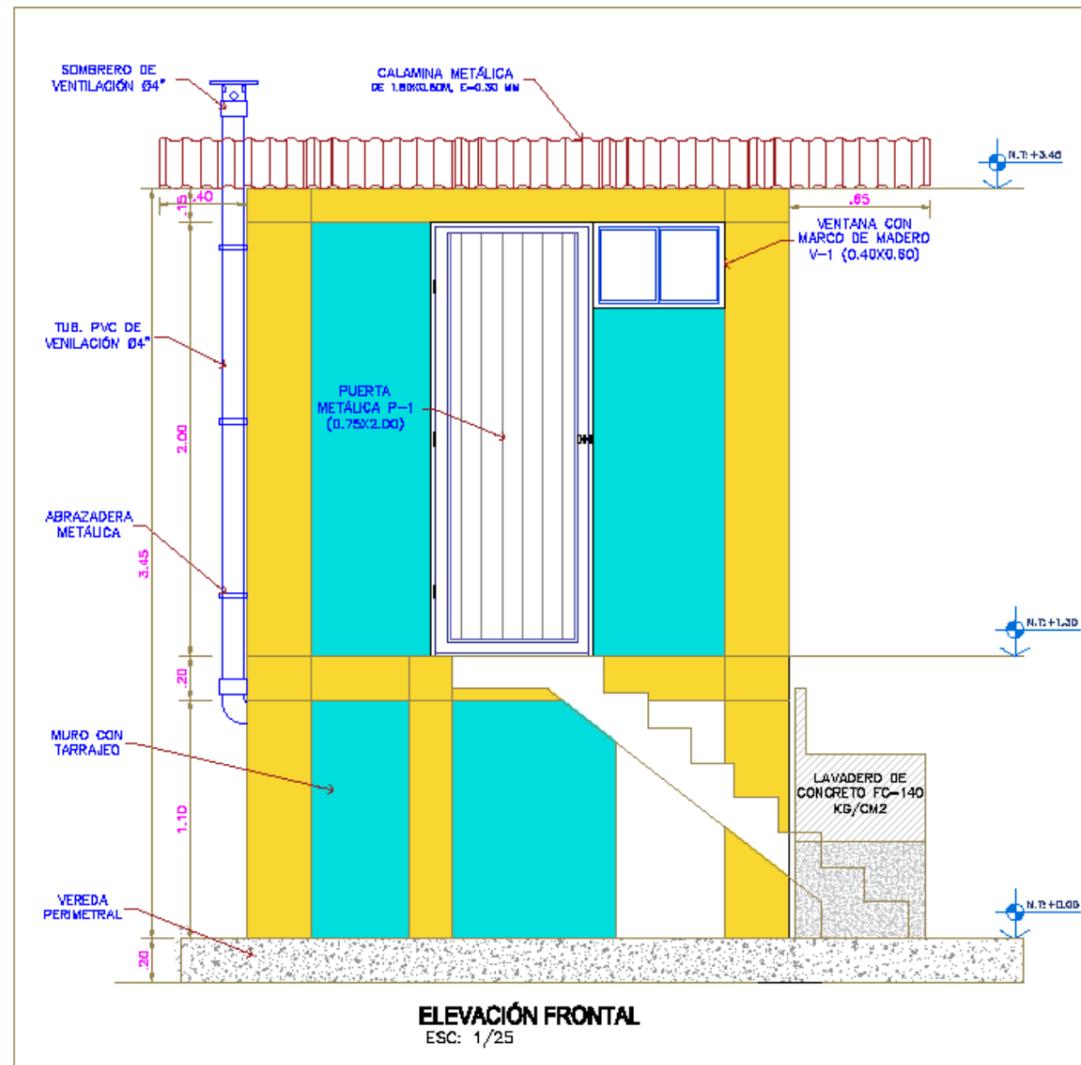
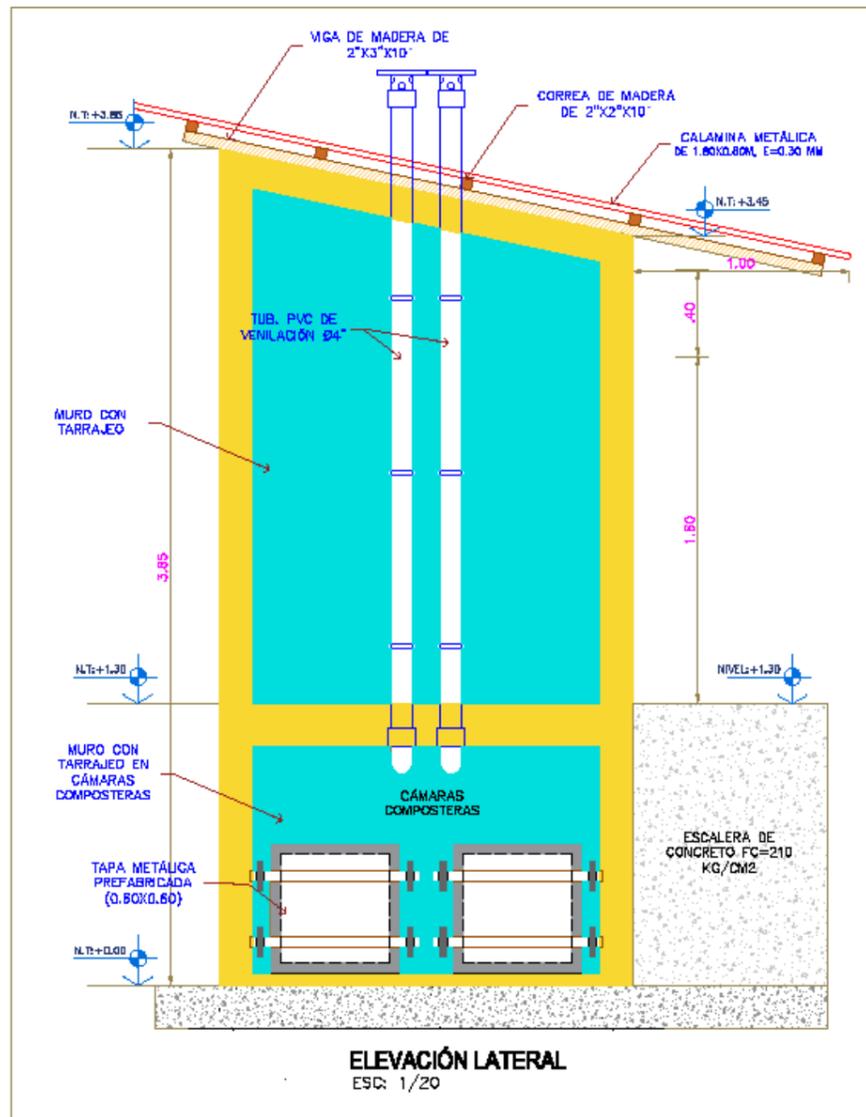
**Fotografía 10.** Reunión con la JASS de San Pedro de Parí.

Anexo 07. Planos de construcción.

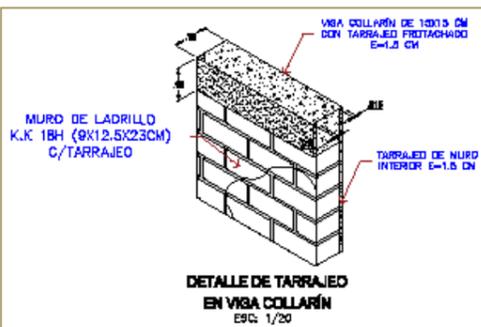


<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE</b>			
<b>PROYECTO DE TESIS:</b>			
DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE PARÍ, JUNÍN 2022.			
<b>PLANO:</b> PLANO TOPOGRÁFICO DEL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE PARÍ	<b>FACULTAD:</b> INGENIERÍA CIVIL	<b>ELABORADO POR:</b> BACH: STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA	
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> JUNIO - 2023	<b>LAMINA:</b> LAMINA 1/1	<b>ASESOR:</b> ING. FÉLIX GERMÁN DELGADO RAMÍREZ





DESCRIPCION	ACABADO			
	PROTACHADO	ACABADO	PULIDO IMPERMEABILIZADO	PULIDO
MURO EXTERNO	●			
MURO INTERNO			●	
COLUMNA	●			
VIGA	●			
PARED DE DUCHA			●	
PISO DE DUCHA			●	
PISO DE BAÑO			●	
PARED INTERNA DE COMPOSTERA			●	
PARED EXTERNA DE COMPOSTERA	●			
PISO DE COMPOSTERA			●	
VEREDA DE INGRESO	●			
BARONEL DE DUCHA			●	
ZOCALO INTERNO h=0.40m			●	
PARED LAVATORIO h=1.00			●	
PARED URNARIO h=1.00			●	



CUADRO DE VANOS — PUERTA				
TIPO	ANCHO	ALTO	TIPO	
P-1	0.75	2.00	METALICO CON P/ALUMINIO	

CUADRO DE VANOS — VENTANA				
TIPO	ALFEIZAR	ANCHO	ALTO	TIPO
V-1	1.50	0.60	0.40	ALUMINIO Y VIDRIO 6mm

NOTA:

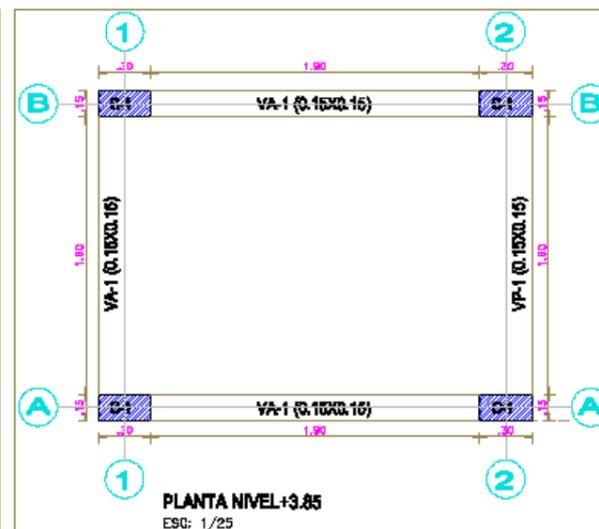
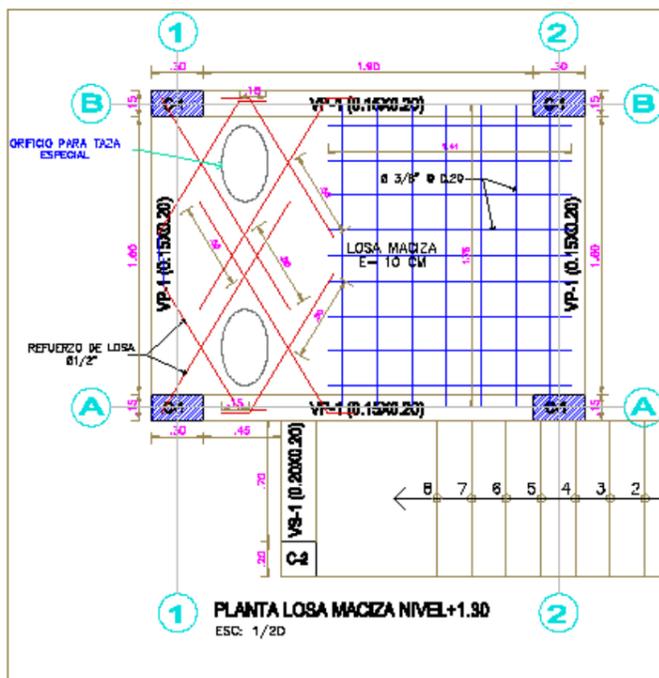
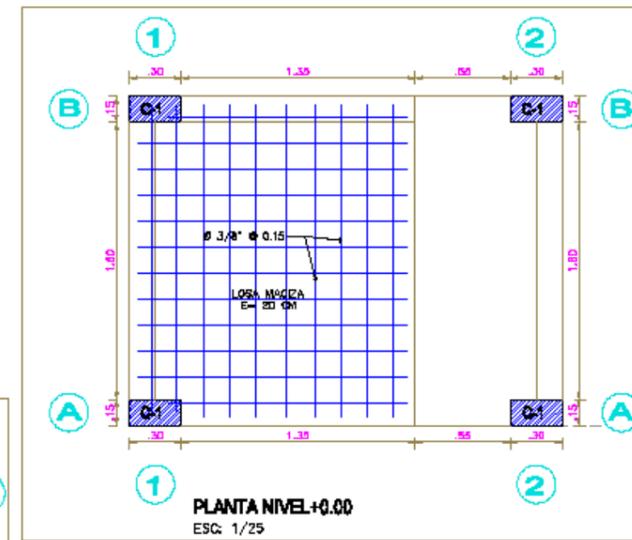
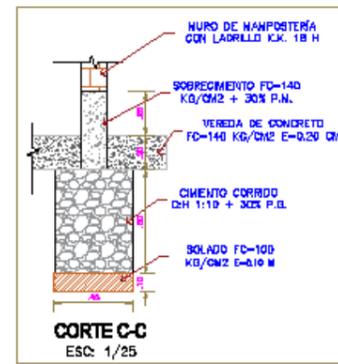
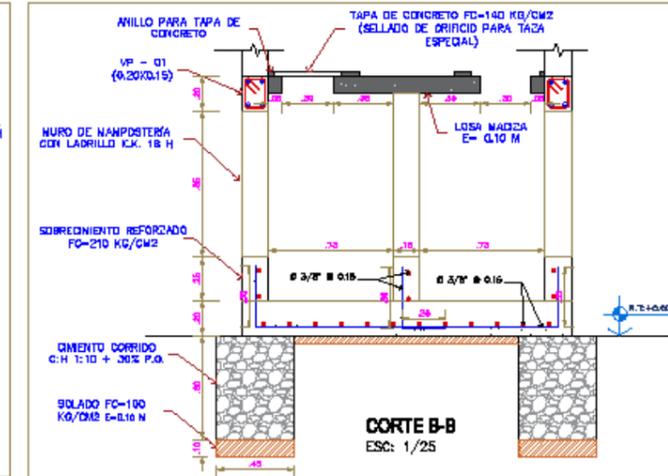
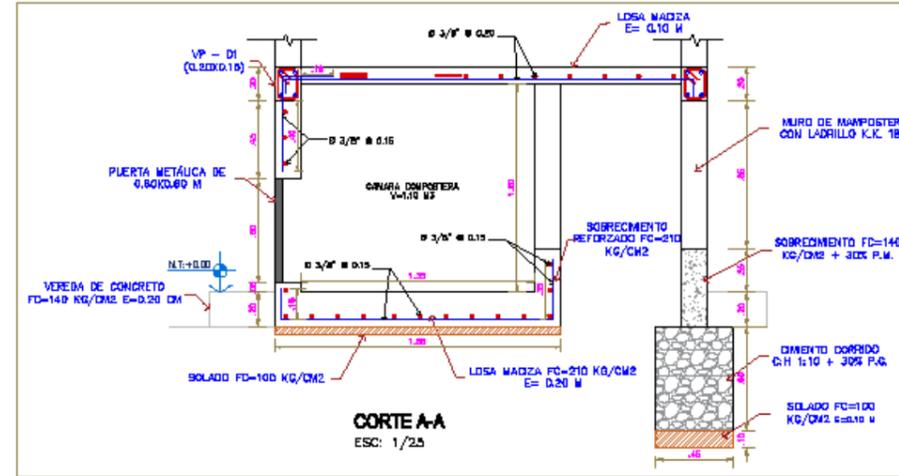
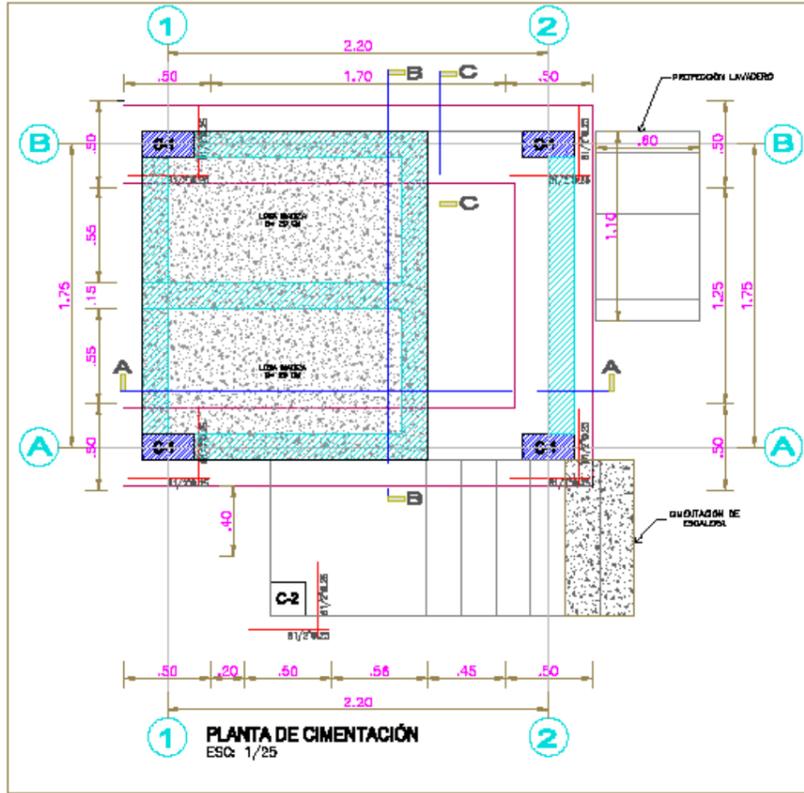
- EL CONTRATISTA CONSTRUIRÁ UN ANILLO DE ANCLAJE 0.10 m o más grande que la taza con reparador de croma, por lo que no se detalla dimensión de este anillo de concreto, este anillo tendrá un espesor de 1' (25mm).
- LA TAZA CON REPARADOR DE CROMA DESCANSARÁ SOBRE UN ORIFICIO DE FORMA ELIPSOIDE, ESTE ORIFICIO SERÁ 0.10m más pequeño que la base de esta.
- EL PUEBLO TENDRÁ UNA TAPA DE FORMA Y TAMAÑO DE LA BASE (TAZA CON REPARADOR DE CROMA) CON UN ESPESOR DE 1' (25mm), CON UN ASA DE FIERRO LISO EL CUAL SERÁ DOBLADO EN LA PARTE INFERIOR DE LA TAPA Y ESTA TAPA SE SELLARÁ CON PASELO FUERTE O SIMILAR.

USO DE TIPO DE LADRILLO SEGÚN NORMA E.0.73	
COSTA Y SELVA	● LADRILLO SÓLIDO ARTEBANAVAL
SIERRA	● LADRILLO TUBULAR

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SA**

PROYECTO DE TESIS:  
DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE PARÍ, JUNÍN 2022.

PLANO:	PLANO DE ARQUITECTURA	FACULTAD:	INGENIERÍA CIVIL	ELABORADO POR:	BACH: STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO - 2025	ASESOR:	ING. FÉLIX GERMÁN DELGADO RAMÍREZ
LAMINA:	A-02				



DESCRIPCIÓN	SEMPALABE	NOTIFICACION																					
<table border="1"> <tr> <th>Ø</th> <th>Longitud y espaciamiento</th> <th>Columnas y muros (cm)</th> <th>LOSIGUIAS Y PLACAS</th> <th>EN COLUMNAS Y PLACAS</th> <th>EN COLUMNAS VIGAS Y PLACAS</th> </tr> <tr> <td>1/4</td> <td>40</td> <td>40</td> <td rowspan="4"> </td> <td rowspan="4"> </td> <td rowspan="4"> </td> </tr> <tr> <td>3/8</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>1/2</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>5/8</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> </table>	Ø	Longitud y espaciamiento	Columnas y muros (cm)	LOSIGUIAS Y PLACAS	EN COLUMNAS Y PLACAS	EN COLUMNAS VIGAS Y PLACAS	1/4	40	40				3/8	40	40	1/2	40	40	5/8	40	40		
Ø	Longitud y espaciamiento	Columnas y muros (cm)	LOSIGUIAS Y PLACAS	EN COLUMNAS Y PLACAS	EN COLUMNAS VIGAS Y PLACAS																		
1/4	40	40																					
3/8	40	40																					
1/2	40	40																					
5/8	40	40																					

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

LOS MUROS DEL PRIMER PISO DEBEN CONSTRUIRSE CON LADRILLO EX. 10 H.

UTILIZAR CEMENTOS PORTLAND TIPO I SIN TENER EL CEMENTO VIGAS DE CIMENTACION Y SOBRECIMENTOS.

TRABAJAR CON UN APOYO EN CONCRETO O EN EL TERRENO DEBEN SER COMPLEMENTADOS SUPERFICIALES, USAR SIFA O SEMENTAL.

NO USAR ESPESORES DE LADRILLO AL RECONSTRUIR MUROS DE CONTRAMURAS.

**NOTAS GENERALES**

- SEDE PLANES Y TEMPLAS EN CASO DE MALO CONCRETO
- CLARIFICAR CON EL INGENIERO
- PARA EL TRAZO DE SOBRECIMENTOS Y PLANES DE RECONSTRUCCION

**RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**

EN BASE AL TIPO DE SUELO REALIZADO, SE EMPLEARÁN LOS SIGUIENTES VALORES:

RESISTENCIA DE COMPRESION: 2000 KG/CM<sup>2</sup>

RESISTENCIA DE TENSION: 130 KG/CM<sup>2</sup>

RESISTENCIA DE TRACCION: 0.75 Kg/cm<sup>2</sup> (a 1.50 m de profundidad)

FACTOR DE SEGURIDAD POR COEF. (MATERIAL) 3.0

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN NO DEBE SUPERARSE SOBRE TURBA, SUELO ORGANICO, TIERRA VEGETAL, DEMASIADO HUELO ORGANICO O SUELO ORGANICO. SE DEBE REFORZAR ESTOS MATERIALES POR MEDIO DE CEMENTO O POR MEDIO DE SU TRAZADO ANTES DE CONSTRUIR LA CIMENTACION Y SER RECONSTRUIDOS CON MATERIALES RESISTENTES DESTINADOS A ESTOS EFECTOS.

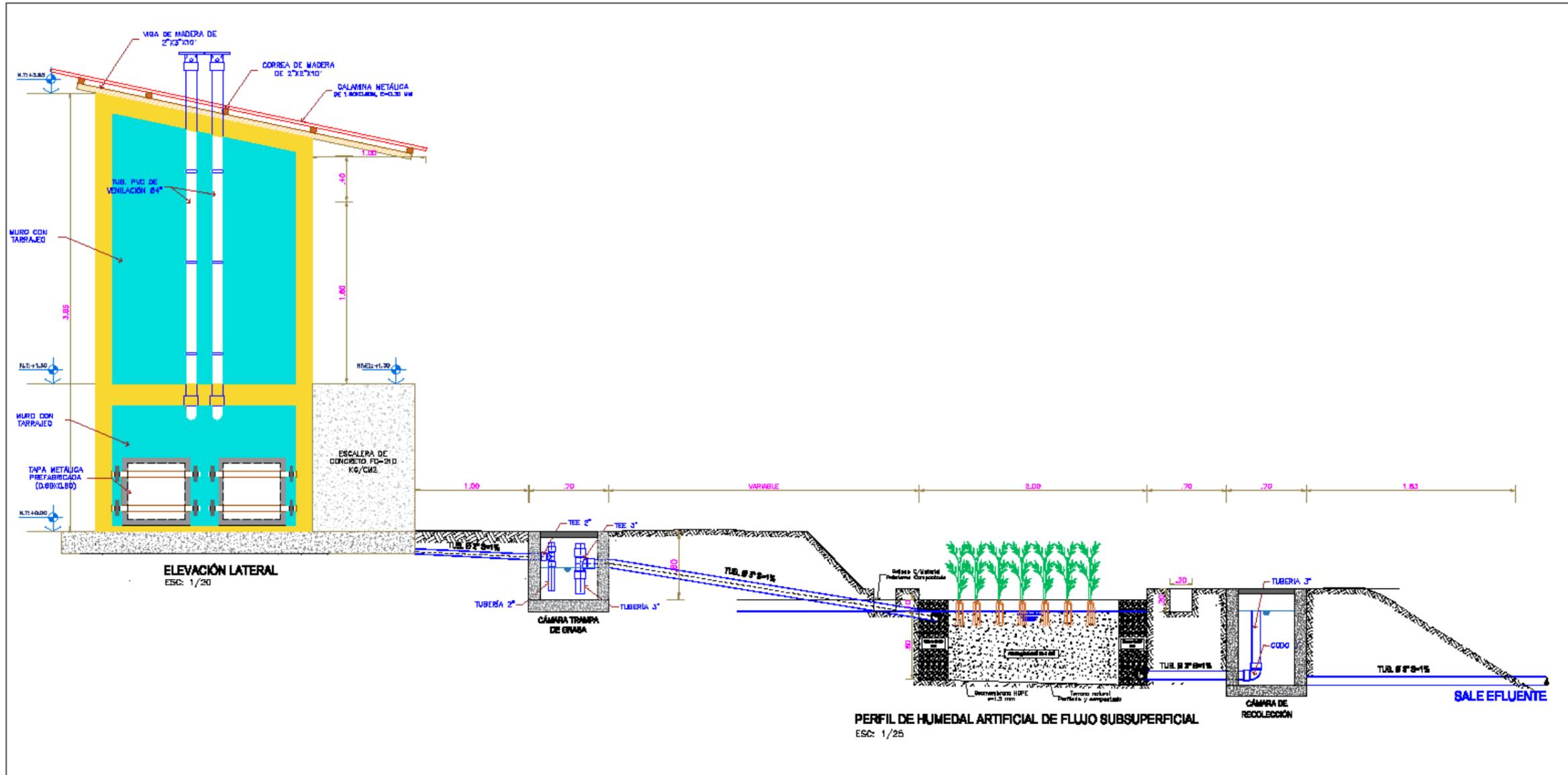
**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SA**

**PROYECTO DE TESIS:**  
DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE PARÍ, JUNÍN 2022.

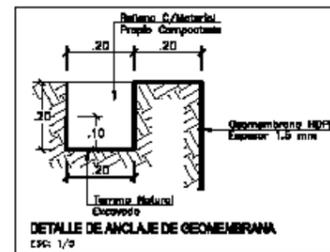
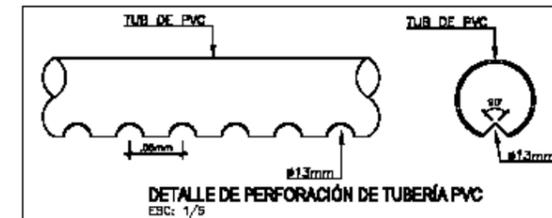
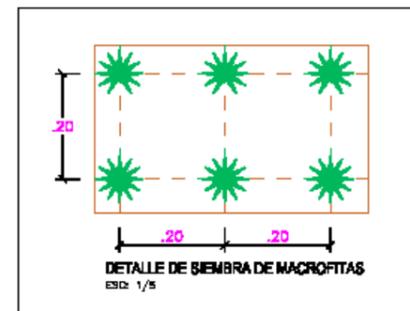
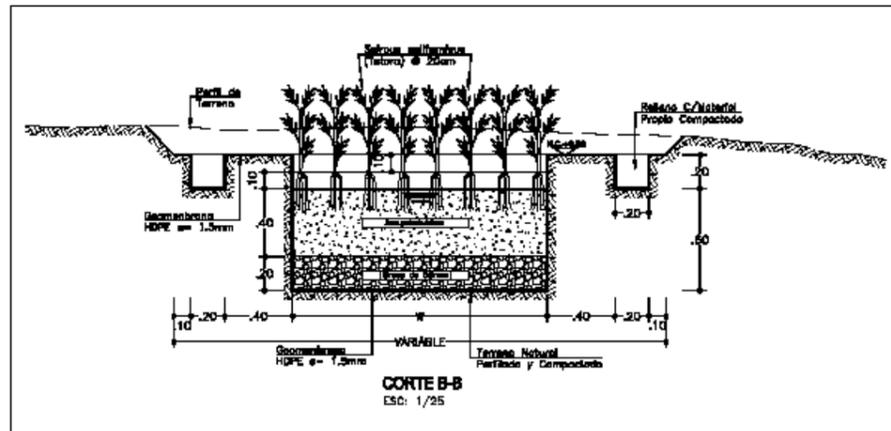
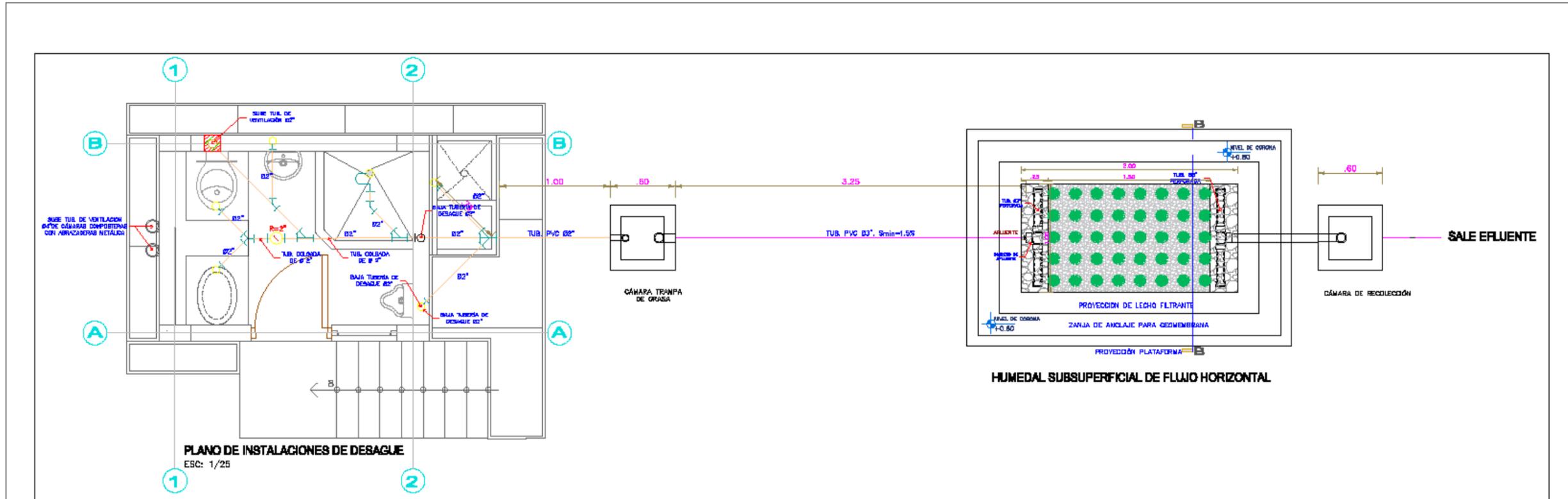
**UCSS**

PLANO:	PLANO DE ESTRUCTURAS	FACULTAD:	INGENIERÍA CIVIL
ELABORADO POR:	BACH. STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA	ASESOR:	ING. FÉLIX GERMÁN DELGADO RAMÍREZ
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO - 2025
LAMINA:	E-01		





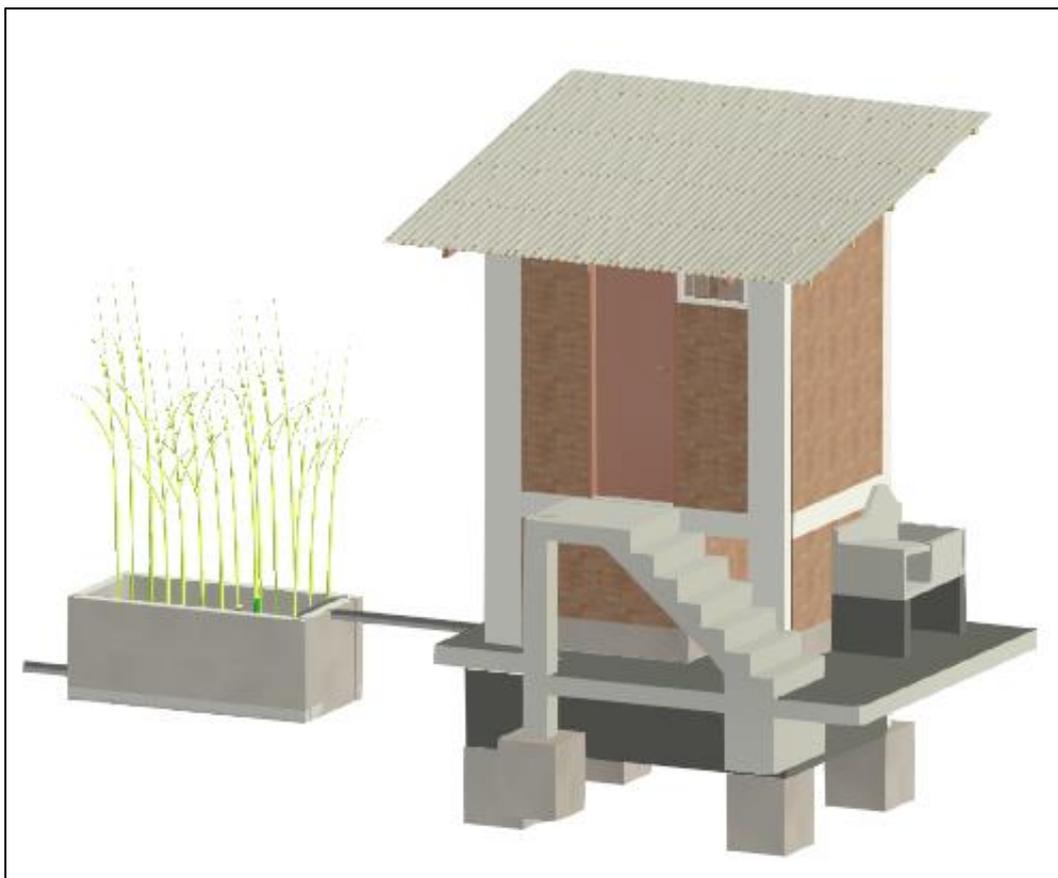
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SA</b>				<b>UCSS</b> 
PROYECTO DE TESIS: DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE PARÍ, JUNÍN 2022.				
PLANO:	PLAZO DE DETALLES DE HUMEDAL		FACULTAD:	ELABORADO POR:
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:	INGENIERÍA CIVIL	BACH: STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA
INDICADA	JUNIO - 2025	DPT-D1		ASESOR: ING. FÉLIX GERMÁN DELGADO RAMÍREZ



<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SA</b>				
PROYECTO DE TESIS: DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE PARÍ, JUNÍN 2022.				
PLANO:	PLANO DE INSTALACIONES SANITARIAS	FACULTAD:	INGENIERÍA CIVIL	ELABORADO POR: BACH: STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO - 2025	ASESOR: ING. FÉLIX GERMÁN DELGADO RAMÍREZ
		LAMINA:	IS-02	







## Anexo 8. Presupuesto.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA PARA ZONA INUNDABLE				977,523.45
01.01	CASETA Y CÁMARA COMPOSTERA				893,442.34
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,402.09
01.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	614.95	0.48	295.18
01.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	614.95	1.80	1,106.91
01.01.02	ESTRUCTURAS				406,960.96
01.01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				19,312.26
01.01.02.01.01	EXCAVACION MANUAL PARA ZAPATAS Y CIMIENTOS	m3	184.70	38.49	7,109.10
01.01.02.01.02	ACARREO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIÓN	m3	240.11	47.62	11,434.04
01.01.02.01.03	CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE CIMENTO C/MATERIAL DE PRÉSTAMO	m2	197.21	3.90	769.12
01.01.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				72,157.05
01.01.02.02.01	SOLADO F'c=100 KG/CM2 PARA ZAPATAS H=10CM	m2	73.75	37.99	2,801.76
01.01.02.02.02	CONCRETO F'c=140 KG/CM2 PARA CIMIENTOS CORRIDOS	m3	106.73	422.39	45,081.68
01.01.02.02.03	VEREDA DE CONCRETO F'c=140 KG/CM2	m3	53.93	377.38	20,352.10
01.01.02.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS	m2	130.63	30.02	3,921.51
01.01.02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				315,491.65
01.01.02.03.01	LAVADERO				8,343.63
01.01.02.03.01.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN LAVADERO	m3	1.59	458.75	729.41
01.01.02.03.01.02	MURO DE LADRILLO K.K. DE ARCILLA 18H (0.09X0.13X0.24) AMARRE SOGA, JUNTA 1.5 CM, MORTERO 1:1:5	m2	12.39	68.40	847.48
01.01.02.03.01.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	262.70	6.36	1,670.77
01.01.02.03.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LAVADERO	m2	197.06	25.86	5,095.97
01.01.02.03.02	LOSA DE CIMENTACION Y SOBRECIMIENTO REFORZADO				53,559.68
01.01.02.03.02.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA LOSA DE FONDO	m3	35.87	496.52	17,810.17
01.01.02.03.02.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	1,642.56	6.36	10,446.68
01.01.02.03.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE CIMENTACIÓN	m2	76.70	27.76	2,129.19

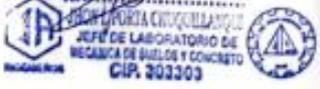
01.01.02.03.02.04	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	24.89	496.52	12,358.38
01.01.02.03.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO REFORZADO	m2	374.36	28.89	10,815.26
01.01.02.03.03	<b>ZAPATAS</b>				<b>29,053.11</b>
01.01.02.03.03.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN ZAPATAS	m3	44.25	458.75	20,299.69
01.01.02.03.03.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	758.27	6.36	4,822.60
01.01.02.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	141.60	27.76	3,930.82
01.01.02.03.04	<b>COLUMNAS</b>				<b>104,570.86</b>
01.01.02.03.04.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN COLUMNAS	m3	51.09	458.75	23,437.54
01.01.02.03.04.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	7,699.48	6.36	48,968.69
01.01.02.03.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS	m2	1,028.61	31.27	32,164.63
01.01.02.03.05	<b>VIGAS</b>				<b>58,526.62</b>
01.01.02.03.05.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	21.68	474.94	10,296.70
01.01.02.03.05.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	3,690.99	6.36	23,474.70
01.01.02.03.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	826.00	29.97	24,755.22
01.01.02.03.06	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>24,296.25</b>
01.01.02.03.06.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA LOSA MACIZA	m3	20.77	446.15	9,266.54
01.01.02.03.06.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	1,483.46	6.36	9,434.81
01.01.02.03.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	207.68	26.94	5,594.90
01.01.02.03.07	<b>ESCALERA</b>				<b>37,141.50</b>
01.01.02.03.07.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN ESCALERA	m3	38.23	474.94	18,156.96
01.01.02.03.07.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	2,082.29	6.36	13,243.36
01.01.02.03.07.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERA	m2	213.11	26.94	5,741.18
01.01.03	<b>ARQUITECTURA Y ACABADOS</b>				<b>367,735.51</b>
01.01.03.01	<b>ALBAÑILERIA</b>				<b>79,289.28</b>
01.01.03.01.01	MURO DE LADRILLO K.K. DE ARCILLA 18H (0.09X0.13X0.24)   AMARRE SOGA, JUNTA 1.5 CM, MORTERO 1:1:5	m2	1,159.20	68.40	79,289.28

01.01.03.02	<b>REVESTIMIENTOS</b>					<b>102,659.16</b>
01.01.03.02.01	TARRAJEO INTERIOR Y EXTERIOR MEZCLA C: A 1:5, E=1.5 CM	m2	3,312.79	23.94		79,308.19
01.01.03.02.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE C: A 1:5, E=1.5 CM	m2	465.85	38.67		18,014.42
01.01.03.02.03	DERRAMES EN VANOS	m	398.25	13.40		5,336.55
01.01.03.03	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>					<b>7,288.21</b>
01.01.03.03.01	PISO PULIDO	m2	160.48	36.04		5,783.70
01.01.03.03.02	PISO IMPERMEABILIZADO	m2	39.53	38.06		1,504.51
01.01.03.04	<b>PINTURA</b>					<b>50,898.28</b>
01.01.03.04.01	PINTURA LATEX EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES A DOS MANOS	m2	3,778.64	13.47		50,898.28
01.01.03.05	<b>COBERTURA</b>					<b>48,272.96</b>
01.01.03.05.01	VIGA DE MADERA DE 2"X3"X10'	und	177.00	99.75		17,655.75
01.01.03.05.02	VIGA DE MADERA DE 2"X2"X10'	und	295.00	33.25		9,808.75
01.01.03.05.03	CALAMINA GALVANIZADA DE 1.80 X 0.80 M, E=0.30 MM	m2	705.85	29.48		20,808.46
01.01.03.06	<b>CARPINTERIA METALICA</b>					<b>40,415.00</b>
01.01.03.06.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA METÁLICA INC. BISAGRA Y CERROJO CON ANILLO PARA CANDADO	und	59.00	435.00		25,665.00
01.01.03.06.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VENTANA METÁLICA	und	59.00	250.00		14,750.00
01.01.03.07	<b>OTROS</b>					<b>38,912.62</b>
01.01.03.07.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA PREFABRICADA DE ACERO INOXODIABLE 0.60X0.60	und	59.00	550.00		32,450.00
01.01.03.07.02	EMPAQUETADURA DE JEBE PARA SELLADO DE CAMARA COMPOSTERA	m	283.20	22.82		6,462.62
01.01.04	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>					<b>100,622.59</b>
01.01.04.01	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>					<b>60,308.03</b>
01.01.04.01.01	SALIDA DE AGUA FRIA TUBERIA PVC DE 1/2"	pta	236.00	17.71		4,179.56
01.01.04.01.02	VALVULA COMPUERTA DE 1/2"	und	59.00	22.66		1,336.94
01.01.04.01.03	TUBERIA PVC DE 1/2"	m	649.00	6.23		4,043.27
01.01.04.01.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE AGUA	gib	59.00	46.34		2,734.06
01.01.04.01.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DUCHA INC/ACCESORIOS	und	59.00	53.57		3,160.63
01.01.04.01.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAZA CON SEPARADOR DE ORINA INC/ACCESORIOS	und	59.00	458.99		27,080.41
01.01.04.01.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE URINARIO INC/ACCESORIOS	und	59.00	210.49		12,418.91
01.01.04.01.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAVATORIO INC/ACCESORIOS	und	59.00	90.75		5,354.25
01.01.04.02	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>					<b>40,314.56</b>

01.01.04.02.01	SALIDA DE DESAGUE PVC DE 2"	pto	354.00	13.58	4,807.32
01.01.04.02.02	TUBERIA PVC DE DESAGUE 2"	m	720.39	6.56	4,725.76
01.01.04.02.03	TUBERIA DE VENTILACIÓN PVC 2"	pto	59.00	37.81	2,230.79
01.01.04.02.04	TUBERIA DE VENTILACIÓN PVC 4" INC. ABRAZADERA	pto	118.00	169.83	20,039.94
01.01.04.02.05	REGISTRO DE BRONCE 2"	und	59.00	5.00	295.00
01.01.04.02.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE DESAGUE	gib	59.00	139.25	8,215.75
01.01.05	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>16,721.19</b>
01.01.05.01	SALIDA DE CENTRO DE LUZ EN TECHO	pto	59.00	40.42	2,384.78
01.01.05.02	CONDUCTOR DE COBRE DE 2.5 MM2 O N°14 AWG-TW	m	531.00	12.19	6,472.89
01.01.05.03	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	und	59.00	85.94	5,070.46
01.01.05.04	CANALIZACION Y TUBERÍA	m	265.50	10.52	2,793.06
01.02	<b>HUMEDAL ARTIFICIAL SUB SUPERFICIAL DE FLUJO HORIZONTAL</b>				<b>84,061.11</b>
01.02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>33,935.55</b>
01.02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	354.00	0.48	169.92
01.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	354.00	1.80	637.20
01.02.01.03	EXCAVACIÓN DE TERRENO NORMAL	m3	82.60	34.13	2,819.14
01.02.01.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	m3	4.72	93.45	441.08
01.02.01.05	REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRANA HDPE E=1.50 MM	m2	533.36	32.31	17,232.86
01.02.01.06	FILTRO DE GRAVA DE 50 MM	m3	53.10	117.89	6,259.96
01.02.01.07	FILTRO DE GRAVA DE 8 MM	m3	10.33	111.36	1,150.35
01.02.01.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLANTAS SCIRPUS CALIFORNICUS (TOTORA)	und	2,124.00	2.46	5,225.04
01.02.02	<b>CÁMARA TRAMPA DE GRASAS</b>				<b>23,438.25</b>
01.02.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	21.24	0.48	10.20
01.02.02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	21.24	1.80	38.23
01.02.02.03	EXCAVACIÓN DE TERRENO NORMAL	m3	20.24	34.13	690.79
01.02.02.04	ACARREO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIÓN	m3	26.31	47.62	1,252.88
01.02.02.05	SOLADO F'C=100 KG/CM2 PARA CÁMARA H=5CM	m2	28.91	27.29	788.95
01.02.02.06	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA CÁMARA TRAMPA DE GRASAS	m3	34.07	365.00	12,435.55
01.02.02.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE CÁMARA TRAMPA DE GRASAS	gib	59.00	31.77	1,874.43
01.02.02.08	TAPA DE CONCRETO P/CAMARA TRAMPA DE GRASAS	und	59.00	107.58	6,347.22

01.02.03	<b>CÁMARA DE RECOLECCIÓN</b>				<b>26,707.31</b>
01.02.03.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	21.24	0.48	10.20
01.02.03.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	21.24	1.80	38.23
01.02.03.03	EXCAVACIÓN DE TERRENO NORMAL	m3	27.46	34.13	937.21
01.02.03.04	ACARREO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIÓN	m3	35.70	47.62	1,700.03
01.02.03.05	SOLADO F'C=100 KG/CM2 PARA CÁMARA H=5CM	m2	28.91	27.29	788.95
01.02.03.06	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA CÁMARA DE RECOLECCIÓN	m3	40.68	365.00	14,848.20
01.02.03.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN CÁMARA DE RECOLECCIÓN	gib	59.00	34.53	2,037.27
01.02.03.08	TAPA DE CONCRETO P/CAMARA DE RECOLECCIÓN	und	59.00	107.58	6,347.22
02	<b>ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>				<b>145,413.24</b>
02.01	CAPACITACIÓN EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO	gib	1.00	1,446.75	1,446.75
02.02	LIMPIEZA DE LA CASETA Y SELLADO DE CÁMARA COMPOSTERAS	gib	59.00	2,440.11	143,966.49
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>1,122,936.69</b>

## Anexo 9. Estudio de suelos.

 <p><b>JAMP INGENIEROS S.R.L.</b> INGENIEROS</p>	<p><b>JAMP INGENIEROS S.R.L.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS</p>	<p>ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP, DENSIDAD DE CAMPO DISEÑO DE MEZCLA</p>
R.U.C. 20604707278		
<b>INFORME TECNICO</b>		
<p><b>“DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNIN - REGIÓN JUNIN”</b></p>		
		
<p><b>LOCALIDAD</b> <b>DISTRITO</b> <b>PROVINCIA</b> <b>DEPARTAMENTO</b></p>	<p><b>: SAN PEDRO DE PARI</b> <b>: ONDORES</b> <b>: JUNÍN</b> <b>: JUNÍN</b></p>	
 	<p><b>JULIO - 2023</b></p>	 
<p><b>Dirección: Calle Huancayo N°: S/N P.J. Huancan. - CEL: 971545035 - 950848777</b></p>		



INGENIEROS

RUC. 20604707278

# JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

## ÍNDICE

- 1. GENERALIDADES**
  - 1.1 Objetivo
  - 1.2 Ubicación del proyecto
  - 1.3 Clima
  - 1.4 Relieve
- 2. ASPECTOS GEOLOGICOS**
  - 2.1 Antecedentes Geológicos.
- 3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**
  - 3.1 GENERALIDADES**
  - 3.2 INVESTIGACIONES EFECTUADAS**
  - 3.3 INVESTIGACIONES DE CAMPO**
    - 3.3.1 Trabajos de campo
    - 3.3.2 Calicatas o pozo de Exploración
    - 3.3.3 Muestreo y Registro de Exploración
  - 3.4 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO**
  - 3.5 ENSAYOS**
    - 3.5.1 Ensayos Estándar
      - Análisis Granulométrico por tamizado ASTM C-136
      - Ensayos de Límites de consistencia. ASTM D-4318
      - Clasificación SUCS ASTM D-2487
      - Clasificación AASHTO ASTM D-3282 AASHTO M-145
      - Contenido de Humedad Natural ASTM D-2216
    - 3.5.2 Ensayos especiales
      - Proctor Modificado ASTM D 1557
      - Corte Directo ASTM D-3080
      - Permeabilidad de suelos ASTM D-2434
  - 3.6 PERFILES ESTATIGRAFICOS**
  - 3.7 DESCRIPCIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE**
  - 3.8 ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE**
  - 3.9 CRITERIOS DE ASENTAMIENTO PERMISIBLE**
  - 3.10 TEST DE PERCOLACIÓN**





**JAMP INGENIEROS  
S.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP.  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

3.11 NIVEL DE NAPA FREÁTICA

3.12 TRATAMIENTO

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

- MEMORIA DE CÁLCULO
- FOTOGRAFÍAS
- REGISTROS Y PERFILES ESTATIGRÁFICOS
- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

**JHONNY**  
 JEFE DE LABORATORIO DE  
 MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 CIP. 303303

**EDWIN OCHOA QUISTE**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 206748  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
 SUELOS Y CONCRETO



INGENIEROS

RUC. 20604707278

# JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. OBJETIVO

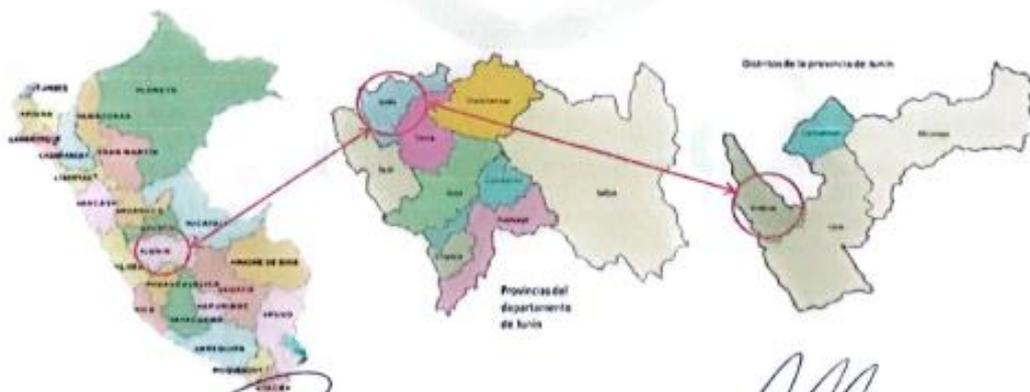
El objetivo del presente estudio de mecánica de suelos, es establecer las características geotécnicas del suelo donde se cimentará las estructuras como las estructuras sanitarias e hidráulicas proyectadas.

Para tal efecto, se ha efectuado una investigación geotécnica que incluye trabajos de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir la estratigrafía, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y estimación de asentamientos, del mismo modo se analizó la agresividad del suelo al concreto de la cimentación.

### 1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La zona del proyecto se encuentra ubicada en:

LOCALIDAD : SAN PEDRO DE PARI  
DISTRITOS : ONDORES  
PROVINCIA : JUNÍN  
REGIÓN : JUNÍN



JAMP INGENIEROS S.R.L.  
JEFE DEL LABORATORIO DE  
MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
CIP. 203503

JAMP INGENIEROS S.R.L.  
EDITH N. CHERO SUPE  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 205748  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
SUELOS Y CONCRETO



INGENIEROS

RUC. 20604707278

## JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA



### 1.3. CLIMA

Junín tiene un clima templado pero inestable durante todo el año, variando entre 28° en los días más cálidos y -5° grados centígrados en las noches más frías. La gran variación de las temperaturas hace que en la zona sólo se distingan dos estaciones, la temporada de lluvias desde octubre hasta abril (correspondiente a gran parte de la primavera y el verano) y la temporada seca de mayo a septiembre. Las temperaturas más bajas se registran en las madrugadas de los días de los meses de junio a agosto.

Las precipitaciones anuales son moderadas lo que contribuye a la fertilidad del valle huancayo.

### 1.4. RELIEVE

Su topografía es accidentada, ligeramente plana, debido a la configuración del terreno andino producto del proceso de levantamiento orográfico de los Andes Centrales. El territorio es medianamente accidentado, caracterizándose por la existencia de Relieve Plano. Las partes son relativamente planas, pero con falladuras de ligeras





INGENIEROS  
RUC. 20604707278

**JAMP INGENIEROS  
S.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

### 3.3.2. Calicatas o pozo de Exploración

CUADRO N° 01						
CALICATA	LUGAR	MUESTRA	PROFUNDIDAD m		COORDENADAS UTM	
					NORTE	ESTE
C-01	SAN PEDRO DE PARI	M-01	0,00 - 1,50	M	8786838.4772	365059.3107
C-02		M-02	0,00 - 1,50	M	8787331.2277	364842.8685
C-03		M-03	0,00 - 1,50	M	8786647.2791	364719.2732

### 3.3.3. Muestreo y Registro de Exploración

Se realizó 3 calicatas a 1.5 m o pozo de exploración a cielo abierto La profundidad promedio a partir del nivel del terreno natural actual, hasta una profundidad promedio de 1.50 m.

El tipo de muestra obtenida; muestra disturbada, son aquellas que destruyen la estructura del suelo, suelen hacerse con ayuda de palas. De las calicatas C1, C2, C3 se excavo a una profundidad de 1.50 m para determinar muestras disturbadas, representativas de los estratos encontrados, para realizar los ensayos de identificación y clasificación, así como el ensayo de test de percolación si sea posible.

Para obtener la muestra, primero, tomar conocimiento in situ de las características y variedades de suelos que conforman el terreno donde se proyectan las diferentes obras; segundo, obtener las muestras representativas para los ensayos de laboratorio. Durante la inspección in situ se realizan las clasificaciones visuales de los suelos de los diferentes estratos, que luego son verificados con los resultados de laboratorio. Del mismo modo en esta etapa se determinan las profundidades de la capa freática, si existieran.

El resumen de la ubicación de los pozos de exploración y sus características más importantes se muestra en las vistas fotográficas.

En los registros de excavación se han anotado el espesor de los estratos de suelo aplicando el procedimiento de campo visual manual se ha



LABORATORY OF  
SOILS AND CONCRETE  
CIP. 303203



ENTIDAD OBTENIDA  
CIP. 203748



ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
SUELOS Y CONCRETO



INGENIEROS

RUC. 20604707278

## JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

obtenido la clasificación de los suelos (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS), aspecto que se corrobora con los ensayos de laboratorio.

### 3.4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Características Generales Uso de la estructura Las estructuras a construir corresponden a los componentes de Sistema de saneamiento, en su principal estructura que es el reservorio para la captación de aguas para su distribución correspondiente.

Componentes principales:

- UBS

### 3.5. ENSAYOS

#### 3.5.1. Ensayos Estándar

Los ensayos estándar para la identificación del tipo del suelo se realizaron según la norma:

Las muestras disturbadas extraídas en la investigación de campo, fueron procesadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos.

En el **Cuadro N° 2** se presentan los resultados de los ensayos estándar.

- Análisis Granulométrico por tamizado ASTM C-136
- Ensayos de Límites de consistencia. ASTM D-4318
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Clasificación AASHTO ASTM D-3282 AASHTO M-145
- Contenido de Humedad Natural ASTM D-2216

Calicata	Profundidad(m)	SUCS	NOMBRE	AASHTO	L. Líquido	L. Plástico	Arena	Finos
C-01	0.20 - 1,50	ML	LIMO ARENOSO	A-4 (4)	33.87	6.21	26.7	69.8
C-02	0.10 - 1,50	ML	LIMO CON ARENA	A-4 (4)	33.26	6.24	21.9	75.4
C-03	0.10 - 1,50	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA	A-1-b (0)	32.0	6.10	32.0	22.0



INGENIEROS

## JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

Corte Directo ASTM D-3080

Calicata	Profundidad(m)	SUCS	NOMBRE	AASHTO	CORTE DIRECTO	
					ÁNG. DE FRICCIÓN $\phi$	COHESIÓN C
C-01	0.20 – 1.50	ML	LIMO ARENOSO	A-4 (4)	19.42	0.16
C-02	0.10 – 1.50	ML	LIMO CON ARENA	A-4 (4)	21.68	0.14
C-03	0.20 – 1.50	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA	A-1-b (0)	27.23	0.05

### 3.6. PERFILES ESTATIGRAFICOS

Como ya se mencionó se realizó una descripción visual y manual las muestras se han clasificado por el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) clasificadas mediante observación y comparación de las muestras representativas.

Ver anexos perfil estratigráfico de cada calicata.

### 3.7. DESCRIPCIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE

Esta fase comprende, tanto el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las dos fases precedentes, como la elaboración de criterios para el análisis de la cimentación, conociendo los tipos de terreno y sus características, sobre el cual se cimentará la estructura proyectada y el efecto sobre el mismo.

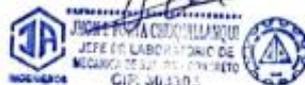
### 3.8. ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Se presenta a continuación el análisis de la cimentación, que incluye recomendaciones para su diseño. Realizada sobre la base de las características del terreno y al tipo de estructura proyectada.

### PARÁMETROS DE RESISTENCIA

La cohesión y el ángulo de fricción son los parámetros de la resistencia cortante de un suelo y son determinados en el laboratorio principalmente con dos tipos de ensayo: LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO

(tabla N°3)





## JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

### CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA

Los diseños por este método se basan en las recomendaciones de Terzaghi y los aportes de Vesic, que integran, además de los factores de carga, los factores de influencia para la forma.

Generalmente las teorías desarrolladas tienen su base en hipótesis simplificadas del comportamiento de los suelos. El problema de la capacidad portante se reduce a los casos, de presencia de suelos friccionantes. Terzaghi, propone un mecanismo de falla para un cimiento poco profundo que posteriormente Vesic (1973), proporciona algunas ideas sobre la capacidad portante, considerando un factor adicional, ocasionado por los efectos de la forma de cimentación, tal como se muestra a continuación.

Luego se calcula la capacidad portante con la siguiente ecuación:

$$q_u = S_c C N_c + S_\gamma \frac{1}{2} \gamma_t B N_\gamma + S_q \gamma_f D_f N_q$$

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Dónde:

$q_u$  = Capacidad última de carga

$q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga

$F_s$  = Factor de seguridad = 3

$C$  = Cohesión del terreno de fundación (Tn/m<sup>2</sup>)

$D_f$  = Profundidad de desplante (m)

$\gamma_t$  = Peso unitario del terreno de fundación (Tn/m<sup>3</sup>)

$\gamma_f$  = Peso unitario del terreno superficial (Tn/m<sup>3</sup>)





RUC. 20604707278

**JAMP INGENIEROS  
S.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

Calicata	Nc'	Nq'	Ny'
C-01	9.931	3.3341	2.0373
C-02	10.88	3.8832	2.5884
C-03	13.88	5.7609	4.6388

Cimentación rectangular:

$$S_c = 1 + 0.2(B/L)N_{\phi}$$

$$S_q = S_y = 1 \text{ (para } \phi=0^{\circ}\text{)}$$

$$S_q = S_y = 1 + 0.1(B/L)N_{\phi} \text{ (para } \phi>0^{\circ}\text{)}$$

$$S_y = 1 + 0.1(B/L)N_{\phi}$$

Cimentación corrida:

$$S_c = 1, S_q = 1, S_y = 1$$

El Cuadro N° 5 presenta el cálculo de capacidad admisible para rangos de anchos y profundidades de cimentación en el estrato, considerando cimentaciones tipo zapata cuadrada.

Cuadro N° 5

CALICATA N°	ANGULO DE FRICCIÓN ( $\phi$ )	COHESION (C)	CAPACIDAD ADMISIBLE (Qd)
C-01 A 1.50 m profundidad	19.42°	0.15 kg/cm <sup>2</sup>	0.73 kg/cm <sup>2</sup>
C-02 A 1.50 m profundidad	21.68°	0.14 kg/cm <sup>2</sup>	0.83 kg/cm <sup>2</sup>
C-03 A 1.50 m profundidad	27.23°	0.05 kg/cm <sup>2</sup>	1.06 kg/cm <sup>2</sup>

De acuerdo al cuadro anterior, se deduce La capacidad admisible por corte para cada estructura. A continuación, estos valores serán verificados por asentamiento.





**JAMP INGENIEROS  
S.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

RUC: 20604707278

como filtros que pueden eliminar sustancias tóxicas de los cuerpos de agua.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente informe técnico se ha elaborado en base a la norma técnica E-050 suelos y cimentaciones del reglamento Nacional de edificaciones y corresponde al estudio de mecánica de suelos para el proyecto.
- Las exploraciones y cálculos realizados son basados en una altura de 0.00 – 1.50 mts.
- EL perfil estratigráfico.

##### C-1:

De 0.00 m a 0.20 m Se presenta, Presencia de material orgánico, raíces, gras, tierra de cultivo.

De 0.20 m a 1.500 m Se presenta, Limo arenoso, color marrón, presenta baja plasticidad, Presencia de nivel freático a 0.50 m, sin presencia de bolonería.

##### C-2:

De 0.00 m a 0.10 m Se presenta, Presencia de material orgánico, raíces, gras, tierra de cultivo.

De 0.10 m a 1.50 m Se presenta, Limo con arena, color marrón, presenta baja plasticidad, Presencia de nivel freático a 0.60 m, sin presencia de bolonería.

##### C-3:

De 0.00 m a 0.20 m Se presenta, Presencia de material orgánico, raíces, gras, tierra de cultivo.

De 0.20 m a 1.50 m Se presenta, Grava limosa con arena, color marrón, presenta baja plasticidad, Presencia de nivel freático a 0.60 m sin presencia de bolonería.





INGENIEROS

RUC. 20604707278

## JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

- Según la investigación no se podrá realizar el test de percolación, debido a la alta napa freática encontrada en cada calicata (C1, C2, C3).
- Si se determina que un suelo permite una filtración por encima de los 12 minutos, debe considerar otra solución para la disposición final de los efluentes líquidos.
- Se recomienda realizar humedales como tratamiento a dicho proyecto.
- Los resultados obtenidos en el presente estudio, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas, solo son válidos para la zona investigada y no garantiza a otros proyectos que lo tomen como referencia.
- Se recomienda la presencia del profesional responsable (PR) en los trabajos correspondientes a las excavaciones, teniendo en cuenta para mantener el bienestar de las obras y de las personas involucradas en el proceso constructivo.



*[Firma]*  
JEFE DE LABORATORIO DE  
MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
CIP. 303303



*[Firma]*  
EDITH DELA CRUZ  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 206748  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
SUELOS Y CONCRETO





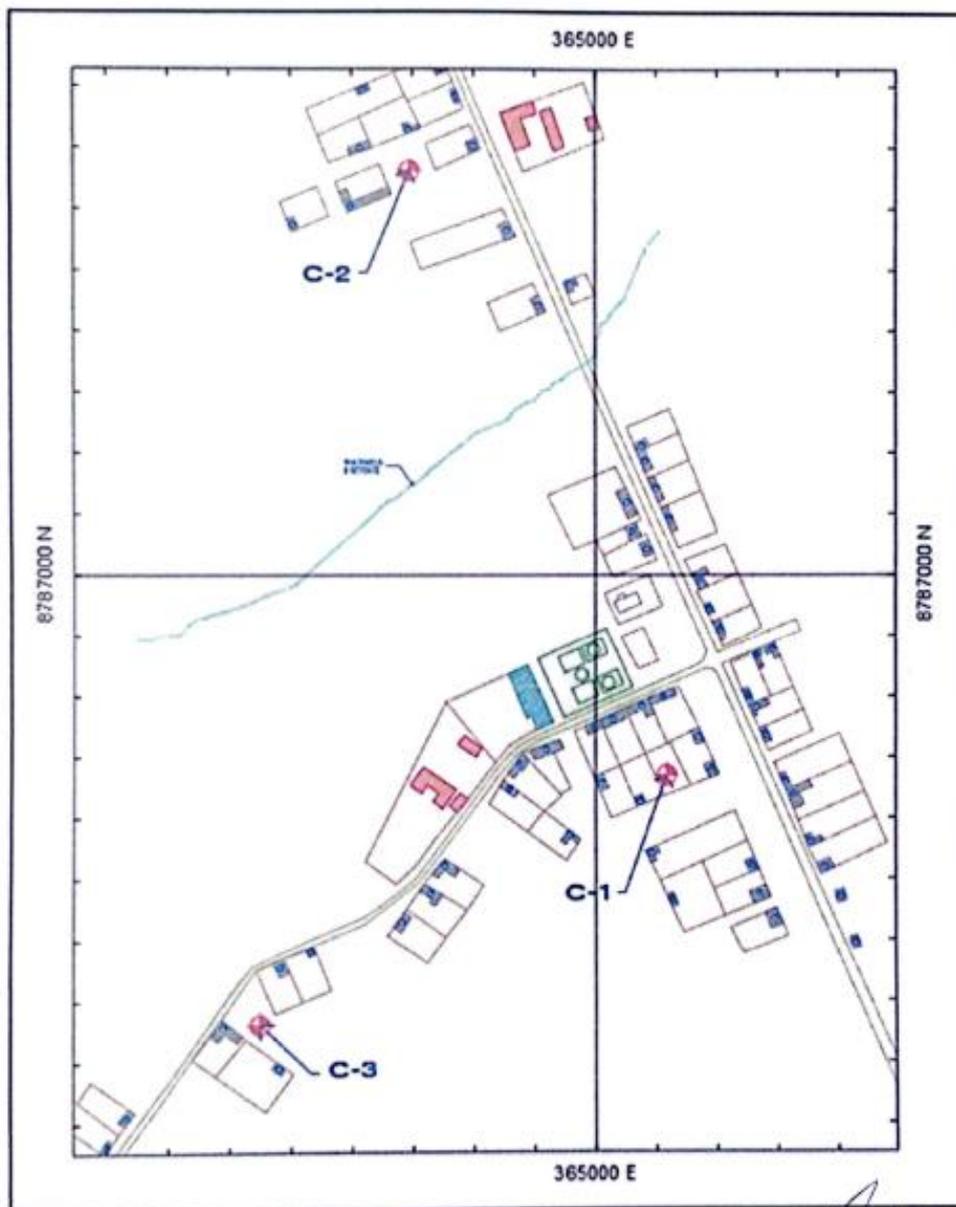
INGENIEROS

RUC. 20604707278

# JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA



*[Signature]*  
JAMP INGENIEROS S.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 303303

*[Signature]*  
EDUIN OCTAVIO QUESPE  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 206748  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
 ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
 DENSIDAD DE CAMPO  
 DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA				REGISTRO DE EXCAVACION ASTM D2488 - 09a Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)		
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
REFERENCIA N°		JAMP19704072023		EXCAVACION		C-01
PETICIONARIO		STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA		NIVEL FREATICO		SI presenta
OBRA		"DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNIN - REGIÓN JUNIN".		TAMAÑO EXCAV		1.50
METODO DE EXCAV		: Manual		INICIO		29/06/2023
				TERMINO		4/07/2023
				REGISTRADO POR		J.P.C
				REVISADO POR		:E.N.O.Q.
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
	SIMBOLOS	GRAFICO				
0.2	PT		—	—	Presencia de material orgánico, raices, gras, tierra de cultivo.	
0.5	ML		36.11	1.51	Limo arenoso, color marón, presenta baja plasticidad, Presencia de nivel freatico a 0.50 m, sin presencia de bolonería.	
1.0						
1.5						
OBSERVACIONES:						
TIPO DE MUESTRA						
MAB: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA			MIB: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE			
MAS: MUESTRA ALTERADA EN SACO			MIS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO			

  
**JHONNY PORTA CHUCULLACUNO**  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 CIP. 303303

  
**EDWIN OCHOA QUISPE**  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 206748  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



RUC. 20604707278

**JAMP INGENIEROS  
S.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA					REGISTRO DE EXCAVACION	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					ASTM D2488 - 09a Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)	
REFERENCIA N°	JAMP19704072023				EXCAVACION	C-02
PETICIONARIO	STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA				NIVEL FREATICO	SI presenta
OBRA	"DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNIN - REGIÓN JUNIN"				TAMAÑO EXCAV	1.50
METODO DE EXCAV	Manual				INICIO	29/06/2023
					TERMINO	4/07/2023
					REGISTRADO POR	J.P.C
					REVISADO POR	E.N.O.Q.
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
	SIMBOLOS	GRAFICO				
0.1	PT		—	—	Presencia de material orgánico, raices, gras, tierra de cultivo.	
0.5	ML		37.55	1.53	Limo con arena, color marón, presenta baja plasticidad, Presencia de nivel freatico a 0.60 m, sin presencia de boloneria.	
1.0						
1.5						
OBSERVACIONES:						
TIPO DE MUESTRA						
MAB: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA					M8: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE	
MAS: MUESTRA ALTERADA EN SACO					MS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO	





INGENIEROS

R.U.C. 20604707278

# JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA					REGISTRO DE EXCAVACION	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					ASTM D2488 - 09a	
					Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)	
REFERENCIA N°	JAMP19704072023				EXCAVACION	C-03
PETICIONARIO	STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA				NIVEL FREATICO	Si presenta
OBRA	"DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARI - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNIN - REGIÓN JUNIN"				TAMAÑO EXCAV	1.50
METODO DE EXCAV	: Manual				INICIO	29/06/2023
					TERMINO	4/07/2023
					REGISTRADO POR	J.P.C
					REVISADO POR	E.N.O.Q.
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
	SIMBOLOS	GRAFICO				
0.2	PT		—	—	Presencia de material orgánico, raíces, gras, tierra de cultivo.	
0.5	GM		39.21	1.51	Grava limosa con arena, color marrón, presenta baja plasticidad. Presencia de nivel freático a 1.00 m, sin presencia de bolonera.	
1.0						
1.5						
OBSERVACIONES:						
TIPO DE MUESTRA						
MAS: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA			MB: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE			
MAS: MUESTRA ALTERADA EN SACO			MS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO			



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
CIP. 303303



EDITH N. OCHOA OCHOA  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 206748  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO





**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
 ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
 DENSIDAD DE CAMPO  
 DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
 MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

JAMP19704072023

Informe : JAMP19704072023  
 Peticionario : STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA  
 Proyecto/Obra : "DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNIN - REGIÓN JUNIN".  
 Atención : JAMP INGENIEROS S.C.R.L.  
 Fecha de recepción : jueves, 29 de Junio de 2023  
 Fecha de emisión : martes, 4 de Julio de 2023

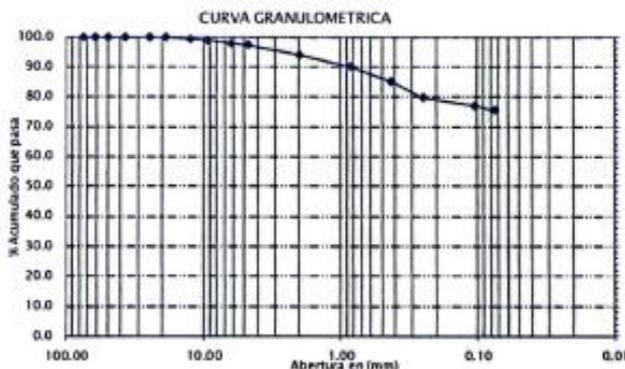
ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2 Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)  
 Título Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils Título SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.128:1999  
 Withdrawn 2016 Edición. Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1 NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)  
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils Título SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	% Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	100.0
1/2"	13.50	99.3
3/8"	9.50	98.8
1/4"	6.20	97.8
Nº4	4.75	97.3
Nº10	2.00	94.0
Nº20	0.85	80.9
Nº40	0.43	85.1
Nº60	0.25	79.8
Nº100	0.106	77.0
Nº200	0.075	75.4



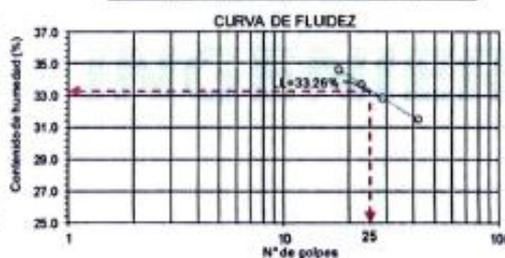
% GRAVA	% ARENA	% FINO
2.73	21.91	75.37

Lim. Liquido

Nº GOL.	w (%)
42	31.41
29	32.79
21	33.66
18	34.59

Lim. Plastico

28.04 %
27.99 %



LIMITE LIQUIDO	33.26 %
LIMITE PLASTICO	28.02 %
INDICE PLASTICO	5.25 %
CLASIF. SUCS :	ML
LIMO CON ARENA	
CLASIF. AASHITO :	A-4 (4)
CONT. HUMEDAD (%)	37.55

Ubicación	SAN PEDRO DE PARÍ
Muestra	C-02
Extrato (m)	0.10-1.50
Profundidad (m)	1.60 m

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tarices ESTANAR TEST SIEVE (ASTM D422) ESPECIFICACION (FORNEY)

Cazuela de ensayo de 2000 g de capacidad, Marca RYS 105, Serie Nº 144

Estufa utilizada: Modelo S.T. 2000 G, Serie 100340, Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración N° 221-065-2021)

Balanza Ohaus N° 660017, Modelo N° 11196959, Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración N° 221-065-2021)

CIP: 305303

EDITH N. OCHOA GUISPE  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
 ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
 DENSIDAD DE CAMPO  
 DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
 MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO



JAMP19704072023

Informe : JAMP19704072023  
 Peticionario : STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA  
 Proyecto/Obra : "DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNIN - REGIÓN JUNIN"

Atención : JAMP INGENIEROS S.C.R.L.  
 Fecha de recepción : jueves, 29 de Junio de 2023  
 Fecha de emisión : martes, 4 de Julio de 2023

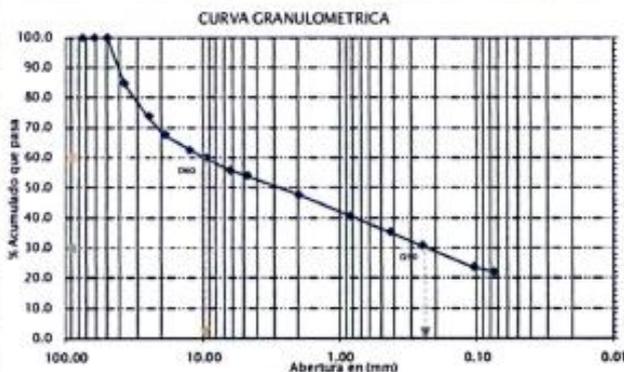
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2 Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)  
 Título Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils Título SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1 Código NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)  
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils Título SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	% Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	63.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	81.7
1"	25.00	73.6
3/4"	19.00	67.7
1/2"	12.50	62.6
3/8"	9.50	59.9
1/4"	6.30	55.9
Nº4	4.75	54.0
Nº10	2.00	47.8
Nº20	0.85	40.7
Nº40	0.43	35.2
Nº60	0.25	30.6
Nº140	0.106	23.5
Nº200	0.075	22.0



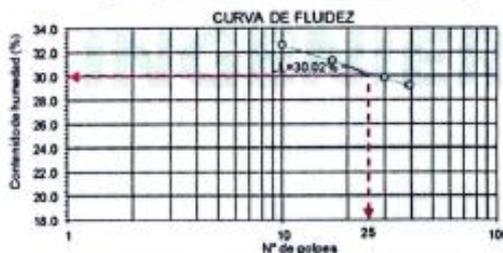
% GRAVA 49.01 % ARENA 31.97 % FENO 12.01

Lím. Líquido

Nº GOL	w (%)
29	29.12
30	29.78
17	31.20
10	32.55

Lím. Plástico

25.93 %
25.90 %



LÍMITE LÍQUIDO	30.02 %
LÍMITE PLÁSTICO	25.02 %
ÍNDICE PLÁSTICO	4.11 %
CLASIF. SUCS :	GM
GRAVA LINDA A CON ARENA	
CLASIF. AASHTO :	A-1-b (0)
CONT. HUMEDAD (%)	30.21

Ubicación	SAN PEDRO DE PARÍ
Muestra	C-03
Extrato (m)	0.20-1.60
Profundidad (m)	1.50 m

**OBSERVACIONES** : Muestras provista e identificada por el interesado  
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

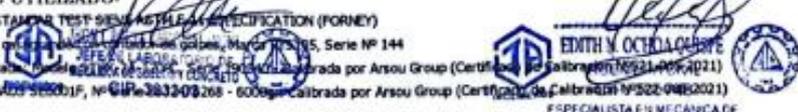
EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E 11 SPECIFICATION (FORNEY)

Cazuela de ensayo ANÁLISIS DE SUELOS, Marca FORNEY, Serie Nº 144

Estufa utilizada: ESTUFA DE SECADO, Marca FORNEY, Serie Nº 144, certificada por Arso Group (Certificado de Calibración Nº 021-000121)

Balanza Ohaus N11101F, Nº de serie 363208 - 6000g, certificada por Arso Group (Certificado de Calibración Nº 022-0002021)



ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
 ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
 DENSIDAD DE CAMPO  
 DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**



Informe N° JAMP19704072023  
 Solicitante STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA  
 Proyecto/Obra "DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNIN - REGIÓN JUNIN".  
 Atención JAMP INGENIEROS S.C.R.L.  
 Fecha de recepción jueves, 29 de Junio de 2023  
 Fecha de emisión martes, 4 de Julio de 2023

Codigo : NTP 339.171.2002 (prevalece al 2017)

(01 de 02)

Titulo : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones controladas de humedad. 1a Edición. Reemplaza a la NTP 339.171.2002

Esfuerzo Normal (kPa)	0.28	0.56	1.11
Altura de capa de arena (cm)	1.32	1.32	1.32
Lado de la caja de corte (mm)	6.00	6.00	6.00
Densidad Humida (g/cm³)	2.048	2.048	2.048
Cont. Humedad (%)	36.11	36.11	36.11
Densidad Seca (g/cm³)	1.505	1.505	1.505
Velocidad (mm/min)	0.75	0.75	0.75
Estado	Remolcadero		

Caliente	C-1 - SAN PEDRO DE PARÍ
Prof. arena	1.50 m
Estrato (m)	0.20 - 1.50

Angulo de Fricción Externa (°)	19.42
Cohesión (kPa/m)	0.16

Carga Aplicada (kg)		
1	2	4

Esfuerzo Normal = 0.28 kg/cm²			Esfuerzo Normal = 0.56 kg/cm²			Esfuerzo Normal = 1.11 kg/cm²		
Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.21	0.02	0.06	0.18	0.02	0.04	0.21	0.03	0.03
0.37	0.03	0.12	0.42	0.04	0.08	0.44	0.08	0.07
0.54	0.05	0.17	0.61	0.14	0.26	0.64	0.29	0.26
0.69	0.06	0.22	0.85	0.23	0.41	0.90	0.38	0.34
0.83	0.10	0.37	1.09	0.27	0.49	1.19	0.45	0.40
0.99	0.14	0.51	1.37	0.31	0.55	1.46	0.49	0.44
1.17	0.17	0.61	1.80	0.33	0.59	1.74	0.52	0.47
1.36	0.19	0.69	1.86	0.34	0.62	2.02	0.55	0.50
1.53	0.21	0.75	2.11	0.36	0.64	2.29	0.57	0.52
1.72	0.22	0.78	2.37	0.36	0.65	2.59	0.59	0.53
1.92	0.22	0.81	2.44	0.37	0.67	2.85	0.61	0.55
2.10	0.23	0.83	2.88	0.38	0.68	3.12	0.62	0.56
2.27	0.23	0.85	3.13	0.38	0.68	3.40	0.63	0.57
2.45	0.24	0.86	3.39	0.38	0.68	3.70	0.64	0.58
2.65	0.24	0.87	3.66	0.38	0.68	3.97	0.65	0.58
2.83	0.24	0.87	3.91	0.38	0.68	4.25	0.65	0.59
3.00	0.24	0.88	4.18	0.37	0.67	4.54	0.66	0.59
3.17	0.25	0.89	4.43	0.37	0.67	4.81	0.66	0.59
3.35	0.25	0.89	4.67	0.37	0.66	5.10	0.66	0.60
3.55	0.25	0.89	4.95	0.37	0.67	5.38	0.66	0.60
3.74	0.25	0.88	5.20	0.37	0.66	5.66	0.66	0.59
3.91	0.25	0.88	5.45	0.37	0.66	5.93	0.66	0.59
4.11	0.24	0.88	5.71	0.36	0.66	6.23	0.65	0.59
4.29	0.24	0.88	5.97	0.36	0.65	6.51	0.65	0.59
4.46	0.24	0.88	6.25	0.36	0.65	6.79	0.65	0.59
4.65	0.24	0.87	6.49	0.36	0.64	7.09	0.65	0.58
4.84	0.24	0.87	6.74	0.35	0.64	7.37	0.65	0.59
5.01	0.24	0.86	7.00	0.35	0.64	7.66	0.65	0.58
5.18	0.24	0.86	7.26	0.35	0.63	7.93	0.65	0.58
5.37	0.24	0.85	7.52	0.35	0.63	8.22	0.64	0.58
5.56	0.24	0.85	7.79	0.35	0.63	8.50	0.65	0.58
5.74	0.24	0.84	8.05	0.35	0.63	8.79	0.65	0.58
5.93	0.24	0.84	8.30	0.35	0.63	9.08	0.65	0.58
6.11	0.24	0.83	8.56	0.35	0.62			

*[Handwritten signature]*  
 JAMP INGENIEROS S.R.L.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 JUNIN, PERÚ

*[Handwritten signature]*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 206748  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



**JAMP INGENIEROS  
S.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

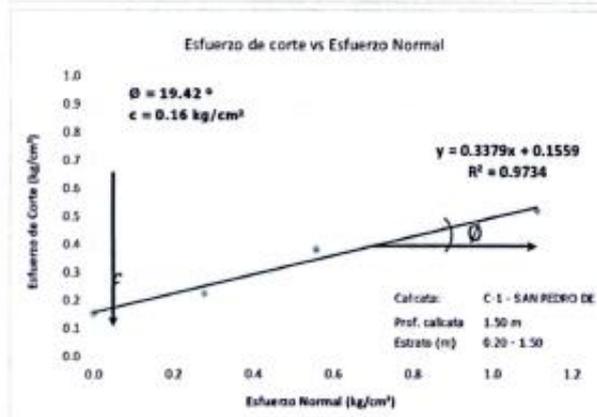
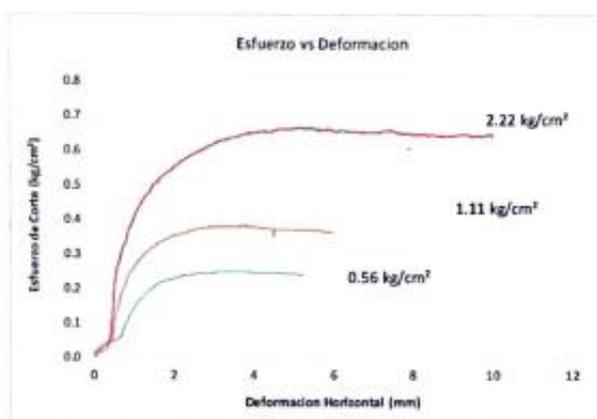
RUC. 20604707278

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Informe N° JAMP16704072023  
Solicitante STEVE ANGEL CARO JANUACHAGUA  
Proyecto/Obra "DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNÍN - REGIÓN JUNÍN".  
Atención JAMP INGENIEROS S C R L  
Fecha de recepción jueves, 29 de Junio de 2023  
Fecha de emisión martes, 4 de Julio de 2023

Código: NTP 519.171-2002 (revisado 2017) (02 de 02)  
Título: JUREL 02. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y actividad. NTP 519.171-2002



Nota: La prueba de corte directo fue realizada en la ciudad de Lima, en el local de la empresa JAMP Ingenieros S.R.L. Máquina de Corte Directo Digital Marca MTEST 50000P/MS000 DPA-2000 SPDR, N/S: 202000008, con certificado de calibración TC-0679-2021, de fecha 23/10/2021. Datos de los patrones utilizados: Cálida de Carga ARGOLAI, Numero de Serie AR15976, Capacidad 30000 kg, Indicador digital High Weight, Modelo BK 100 VERSION 3, número de serie AS12219500021 con certificado de calibración por TEST & CONTROL, Expediente: 44434

**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
CIP. 303303

**EDITH N. OCTAVIO ROSPE**  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 206748  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
 ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
 DENSIDAD DE CAMPO  
 DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**



Informe N° JAMP19704072023  
 Solicitante STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA  
 Proyecto/Obra

\*DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNIN - REGIÓN JUNIN\*.

Atención JAMP INGENIEROS S.C.R.L.

Fecha de recepción jueves, 29 de Junio de 2023

Fecha de emisión martes, 4 de Julio de 2023

Codigo (NTP 319.171.2002 (revisado al 2017))

(01 de 02)

Titulo : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición. Complementa a la NTP 319.171.2002

Esfuerzo Normal (kPa)	0.28	0.56	1.11
Altura de agua de corte (cm)	1.52	1.52	1.52
Lado de la caja de corte (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad Flutuante (g/cm <sup>3</sup> )	2.110	2.110	2.110
Cont. Humedad (%)	37.55	37.55	37.55
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.534	1.534	1.534
Velocidad (mm/min)	0.75	0.75	0.75
Estado	Remoldeado		

Calle:	C-2 SAN PEDRO DE PARÍ
Pres. calata	1.50 m
Estrato (m)	0.10 - 1.50

Angulo de Fricción Interna (°)	21.64
Cohesión (Kpa/m <sup>2</sup> )	0.14

Carga Aplicada (kg)			
1	2	3	4

Esfuerzo Normal = 0.28 kg/cm <sup>2</sup>			Esfuerzo Normal = 0.56 kg/cm <sup>2</sup>			Esfuerzo Normal = 1.11 kg/cm <sup>2</sup>		
Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.02	0.08	0.19	0.02	0.03	0.20	0.02	0.02
0.30	0.03	0.12	0.42	0.07	0.12	0.46	0.05	0.04
0.40	0.04	0.14	0.63	0.17	0.31	0.64	0.21	0.19
0.50	0.05	0.19	0.92	0.24	0.42	0.89	0.33	0.30
0.56	0.09	0.31	1.21	0.27	0.49	1.17	0.41	0.37
0.68	0.12	0.43	1.50	0.30	0.54	1.44	0.48	0.43
0.80	0.15	0.53	1.77	0.32	0.58	1.73	0.53	0.48
0.90	0.17	0.60	2.05	0.33	0.60	2.02	0.57	0.52
1.00	0.18	0.66	2.33	0.34	0.62	2.29	0.60	0.54
1.15	0.20	0.72	2.63	0.35	0.63	2.58	0.62	0.56
1.25	0.21	0.76	2.89	0.36	0.64	2.83	0.63	0.57
1.37	0.22	0.80	3.18	0.36	0.64	3.10	0.64	0.58
1.47	0.23	0.83	3.46	0.36	0.65	3.39	0.65	0.58
1.61	0.24	0.85	3.74	0.36	0.65	3.68	0.65	0.59
1.71	0.24	0.87	4.02	0.36	0.65	3.96	0.65	0.59
1.83	0.24	0.88	4.30	0.36	0.65	4.25	0.66	0.59
1.96	0.25	0.88	4.58	0.36	0.64	4.52	0.65	0.59
2.09	0.25	0.88	4.85	0.36	0.64	4.80	0.65	0.59
2.19	0.25	0.88	5.14	0.36	0.64	5.09	0.65	0.59
2.30	0.24	0.88	5.42	0.36	0.64	5.37	0.65	0.59
2.43	0.24	0.87	5.70	0.36	0.64	5.65	0.65	0.59
2.53	0.24	0.87	5.97	0.36	0.64	5.91	0.65	0.58
2.65	0.24	0.86	6.27	0.36	0.64	6.21	0.65	0.58
2.75	0.24	0.85	6.55	0.36	0.65	6.49	0.64	0.58
2.89	0.24	0.85	6.82	0.36	0.65	6.77	0.64	0.57
3.00	0.23	0.84	7.11	0.36	0.64	7.07	0.64	0.57
3.13	0.23	0.84	7.40	0.36	0.64	7.35	0.64	0.57
3.24	0.23	0.83	7.68	0.36	0.64	7.63	0.63	0.57
3.34	0.23	0.83	7.96	0.36	0.64	7.90	0.64	0.56
3.48	0.23	0.82	8.25	0.36	0.64	8.18	0.64	0.57
3.60	0.23	0.81	8.52	0.35	0.64	8.47	0.64	0.57
3.72	0.23	0.81	8.82	0.35	0.63			
3.82	0.23	0.81	9.11	0.35	0.63			
3.82	0.21	0.81	9.38	0.35	0.63			



**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
 ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
 DENSIDAD DE CAMPO  
 DISEÑO DE MEZCLA

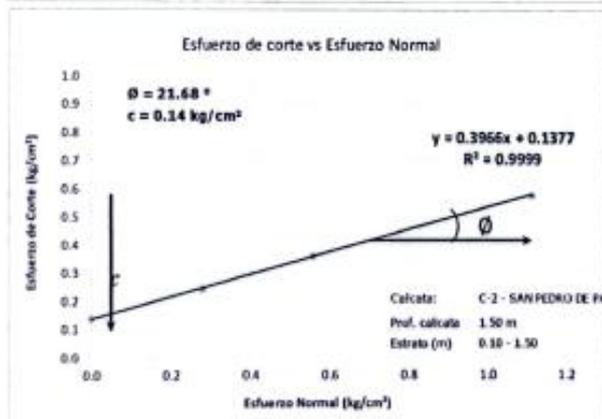
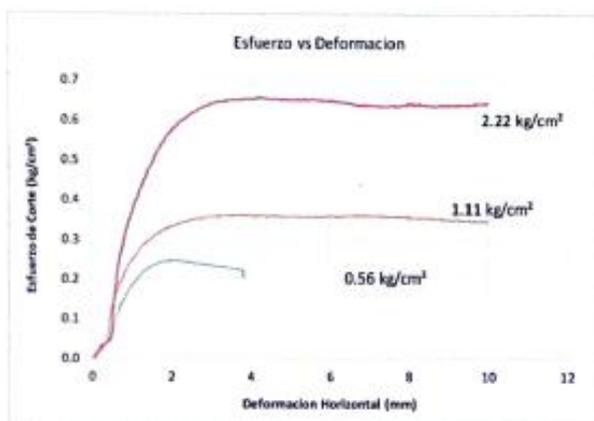
RUC. 20604707278

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Informe N° JAMP19704072023  
 Solicitante STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA  
 Proyecto/Obra \*DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNÍN - REGIÓN JUNÍN\*.  
 Atención JAMP INGENIEROS S C R L  
 Fecha de recepción jueves, 29 de Junio de 2023  
 Fecha de emisión martes, 4 de Julio de 2023

Código NTP 819 171 2002 (revisado al 2017) (02 de 02)  
 Título Módulo de ensayo normalizado para el corte directo de suelos tipo arenosos con contenido drenado - 1a Edición - Complemento a la NTP 819 171 2002



**NOTA:** La prueba de corte directo fue realizada en la ciudad de Lima, en el local de la empresa JAMP Ingenieros SRL. Máquina de Corte Directo Digital Marca UTEST Modelo UTS-2000 SP09, NºS: 20000000, con certificado de calibración TC-0073-2021, de fecha 23/10/2021. Datos de los patrones utilizados: Carga de Corte ANELOAD, Numero de Serie AN5971, Capacidad 30000 kg, Indicador digital High Weight, Modelo HC 100 VERSTROM, numero de serie AS1219500021 con certificado de calibración por TEST & CONTROL Expediente: 44-GA

**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 CIP. 303303

**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
 EDITH OCHOA GONZALEZ  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 206748  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
 ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
 DENSIDAD DE CAMPO  
 DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**



Informe N° JAMP19704072023  
 Solicitante STEVE ANGEL CARO JANCACHAGUA  
 Proyecto/Obra

\*DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNIN - REGIÓN JUNIN\*.

Atención JAMP INGENIEROS S.C.R.L.

Fecha de recepción jueves, 29 de Junio de 2023

Fecha de emisión martes, 4 de Julio de 2023

Código : NTP 319.171.2002 (modificado 2017)

(01 de 02)

Título : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de arcilla bajo condiciones controladas demandado: La Educación Rompiera a la NTP 319.171.2002

Esfuerzo Normal (kPa)	0.28	0.56	1.11
Altera de capa de corte (mm)	1.32	1.32	1.32
Lado de la capa de corte (mm)	6.00	6.00	6.00
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.105	2.305	2.105
Cont. Humedad (%)	39.21	39.21	39.21
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.512	1.512	1.512
Velocidad (mm/min)	0.75	0.75	0.75
Estado	Homologado		

Calota:	C-1 - SAN PEDRO DE PARÍ
Prof. calota	1.50 m
Estado (m)	0.20 - 1.50

Angulo de Fricción Interna (°)	27.23
Cohesión (Kpa/m <sup>2</sup> )	0.05

Carga Aplicada (kg)		
1	2	4

Esfuerzo Normal = 0.28 kg/cm <sup>2</sup>			Esfuerzo Normal = 0.56 kg/cm <sup>2</sup>			Esfuerzo Normal = 1.11 kg/cm <sup>2</sup>		
Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.12	0.02	0.08	0.20	0.02	0.04	0.20	0.03	0.08
0.47	0.04	0.13	0.45	0.04	0.06	0.44	0.06	0.05
0.53	0.06	0.20	0.48	0.06	0.11	0.61	0.21	0.19
0.79	0.09	0.32	0.93	0.09	0.17	0.85	0.29	0.26
1.00	0.11	0.40	1.21	0.12	0.22	1.13	0.35	0.31
1.23	0.13	0.46	1.50	0.15	0.28	1.38	0.39	0.35
1.44	0.14	0.51	1.77	0.18	0.32	1.63	0.42	0.38
1.69	0.16	0.58	2.05	0.20	0.37	1.91	0.45	0.40
1.91	0.18	0.64	2.33	0.23	0.43	2.16	0.48	0.43
2.14	0.19	0.69	2.60	0.24	0.44	2.43	0.50	0.45
2.35	0.20	0.74	2.87	0.26	0.46	2.67	0.52	0.47
2.58	0.22	0.78	3.15	0.27	0.49	2.93	0.54	0.49
2.80	0.23	0.82	3.44	0.28	0.51	3.20	0.56	0.51
3.04	0.24	0.85	3.70	0.29	0.53	3.47	0.58	0.52
3.25	0.24	0.88	4.00	0.30	0.54	3.73	0.59	0.53
3.49	0.25	0.90	4.27	0.31	0.55	4.00	0.60	0.54
3.71	0.26	0.93	4.53	0.31	0.57	4.24	0.61	0.55
3.93	0.26	0.94	4.82	0.32	0.58	4.50	0.61	0.55
4.17	0.27	0.96	5.09	0.32	0.58	4.76	0.61	0.55
4.39	0.27	0.97	5.37	0.33	0.59	5.04	0.61	0.55
4.61	0.27	0.97	5.65	0.33	0.59	5.30	0.61	0.55
4.84	0.27	0.97	5.99	0.33	0.59	5.56	0.62	0.56
5.06	0.27	0.98	6.23	0.33	0.60	5.83	0.62	0.56
5.30	0.27	0.97	6.49	0.33	0.60	6.09	0.62	0.56
5.52	0.27	0.97	6.76	0.33	0.60	6.37	0.62	0.56
5.74	0.27	0.96	7.04	0.33	0.60	6.64	0.61	0.55
5.97	0.26	0.95	7.33	0.33	0.60	6.90	0.61	0.55
6.20	0.26	0.94	7.59	0.33	0.60	7.17	0.61	0.55
6.44	0.26	0.94	7.87	0.33	0.60	7.42	0.60	0.54
6.66	0.26	0.93	8.14	0.33	0.60	7.69	0.60	0.54
6.89	0.26	0.93	8.41	0.33	0.60	7.95	0.60	0.54
7.11	0.26	0.93	8.68	0.33	0.59	8.22	0.60	0.54
7.34	0.26	0.93	8.95	0.33	0.59			
7.56	0.26	0.93	9.22	0.33	0.59			



**JAMP INGENIEROS  
S.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

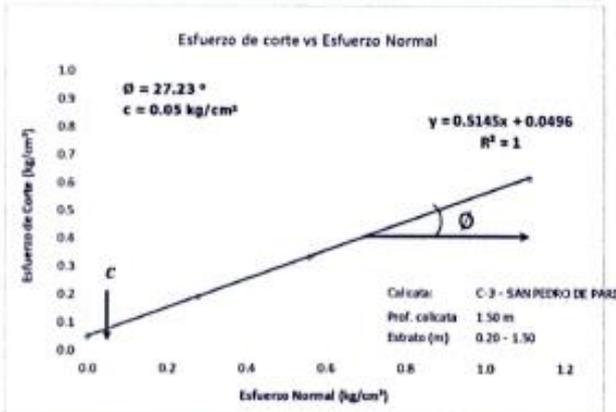
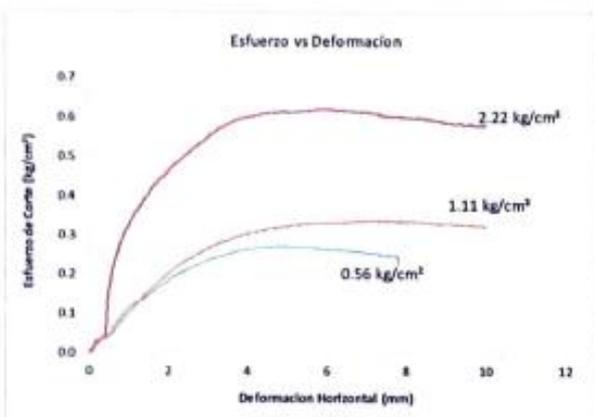
RUC: 20604707278

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Informe N° JAMP19704072023  
Solicitante STEVE ANGEL CARO JANCACHEAGUA  
Proyecto/Obra "DISEÑO DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO COMPOSTERA EN ZONA INUNDABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE PARÍ - DISTRITO DE ONDORES - PROVINCIA DE JUNÍN - REGIÓN JUNÍN".  
Atención JAMP INGENIEROS S.R.L.  
Fecha de recepción jueves, 29 de Junio de 2023  
Fecha de emisión martes, 4 de Julio de 2023

Código: 1071481172002 (revisado 2/2017) (02 de 03)  
Título: 11211.0 Método de ensayo normal para el corte directo de suelos bajo condiciones controladas. La Fabrica. Especifica de DTP 1071481172002



**NOTA:** La prueba de corte directo fue realizada en la ciudad de Lima, en el local de la empresa JAMP Ingenieros SRL. Máquina de Corte Directo Digital Marca UTTEST 5000N, Modelo UTS-2000 SMPR, N°: 201000009, con certificado de calibración TC-0673-2021, de fecha 25/10/2021. Datos de los patrones utilizados: Celda de Carga-AMT104G, Número de Serie ARU587L, Capacidad 20000 kg, Indicador digital High Weight, Modelo RC 100 VERSION 2, número de serie AS2221000021 con certificado de calibración por TEST & CONTROL. Expediente: 44624

**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
JEFE DE LABORATORIO DE  
MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
CIP. 303303

**EDITA N. OCHOA QUISPE**  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 206748  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
SUELOS Y CONCRETO



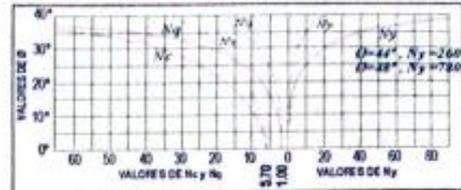
**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
 ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
 DENSIDAD DE CAMPO  
 DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

**ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE LOCAL**

N° DE MUESTRA :	<b>M-01</b>
N° DE CALICATA :	<b>C-01</b>
CLASIFICACION SUCS:	<b>ML</b>
Peso Especifico	$\gamma_m$ 2.048 gr/cm <sup>3</sup>
Angulo de Friccion	$\phi$ 19.42 °
Cohesion	<b>C</b> 0.16 Kg/cm <sup>2</sup>



Según Terzagui

Capacidad de Carga Última para Cimentaciones Cuadradas

qc = Capacidad de Carga Última  
 qd = Capacidad Admisible

$$q_c = \frac{2}{3} cN'_c + \gamma D_f N'_q + \frac{1}{2} \gamma B N'_y$$



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE CIMENTACION											
TIPO DE FALLA LOCAL PARA CIMIENTOS CORRIDOS											
P. ESPECIFICO (Kg/cm <sup>3</sup> )	Ø	Ø'	C (kg/cm <sup>2</sup> )	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.002048	19	13.23	0.16	0.11	9.931	3.3341	2.0373	1.0	1.0	1.0	3
TIPO DE FALLA LOCAL PARA ZAPATA CUADRADA											
P. ESPECIFICO (Kg/cm <sup>3</sup> )	Ø	Ø'	C (kg/cm <sup>2</sup> )	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.002048	19	13.23	0.16	0.11	9.931	3.3341	2.0373	1.03	1.02	1.02	3

CIMIENTO CORRIDO			
Base (cm)	Prof. (cm)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	qd (kg/cm <sup>2</sup> )
180	150	2.52	0.84
180	160	2.58	0.86
180	170	2.65	0.88
180	180	2.72	0.91
180	190	2.79	0.93
180	200	2.86	0.95
180	210	2.93	0.98
200	150	2.56	0.85
200	160	2.63	0.88
200	170	2.70	0.90
200	180	2.77	0.92
200	190	2.84	0.95
200	200	2.90	0.97
200	210	2.97	0.99
220	150	2.60	0.87
220	160	2.67	0.89
220	170	2.74	0.91
220	180	2.81	0.94
220	190	2.88	0.96
220	200	2.95	0.98
220	210	3.02	1.01
240	150	2.64	0.88
240	160	2.71	0.90
240	170	2.78	0.93
240	180	2.85	0.95
240	190	2.92	0.98
240	200	2.99	1.01
240	210	3.06	1.02

ZAPATA CUADRADA			
Base (cm)	Prof. (cm)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	qd (kg/cm <sup>2</sup> )
200	150	2.19	0.73
200	160	2.26	0.75
200	170	2.33	0.78
200	180	2.40	0.80
200	190	2.47	0.82
200	200	2.54	0.85
200	210	2.61	0.87
200	220	2.68	0.89
200	230	2.75	0.92
200	240	2.82	0.94
200	250	2.89	0.96
200	260	2.96	0.99
200	270	3.03	1.01
200	280	3.10	1.03
220	290	3.21	1.07
220	300	3.28	1.09
220	310	3.35	1.12
220	320	3.41	1.14
220	330	3.48	1.16
220	340	3.55	1.18
220	350	3.62	1.21
220	360	3.69	1.23
220	370	3.76	1.25
220	380	3.83	1.28
220	390	3.90	1.30
220	400	3.97	1.32
220	410	4.04	1.35
220	420	4.11	1.37



# JAMP INGENIEROS S.R.L.

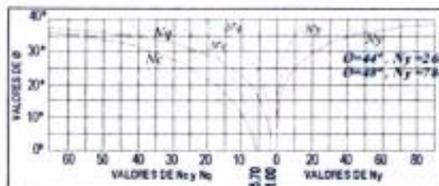
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

### ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE LOCAL

N° DE MUESTRA : M-01  
N° DE CALICATA : C-02  
CLASIFICACION SUCS: ML  
Peso Especifico  $\gamma_m$  2.110 gr/cm<sup>3</sup>  
Angulo de Friccion  $\phi$  21.68 °  
Cohesion C 0.14 Kg/cm<sup>2</sup>



Según Terzagui

Capacidad de Carga Última para Cimentaciones Cuadradas

qc = Capacidad de Carga Última  
qd = Capacidad Admisible

$$q_c = \frac{2}{3} c N_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N'_y$$



CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE CIMENTACION											
TIPO DE FALLA LOCAL PARA CIMIENTOS CORRIDOS											
P. ESPECIFICO (Kg/cm <sup>3</sup> )	Ø	Ø'	C (kg/cm <sup>2</sup> )	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.00211	22	14.84	0.14	0.09	10.88	3.8832	2.5884	1.0	1.0	1.0	3
TIPO DE FALLA LOCAL PARA ZAPATA CUADRADA											
P. ESPECIFICO (Kg/cm <sup>3</sup> )	Ø	Ø'	C (kg/cm <sup>2</sup> )	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.00211	22	14.84	0.14	0.09	10.88	3.8832	2.5884	1.03	1.02	1.02	3

CIMENTO CORRIDO			
Base (cm)	Prof. (cm)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	qd (kg/cm <sup>2</sup> )
180	150	2.80	0.93
180	160	2.88	0.96
180	170	2.97	0.99
180	180	3.05	1.02
180	190	3.13	1.04
180	200	3.22	1.07
180	210	3.30	1.10
200	150	2.85	0.95
200	160	2.94	0.98
200	170	3.02	1.01
200	180	3.10	1.03
200	190	3.19	1.06
200	200	3.27	1.09
200	210	3.35	1.12
220	150	2.91	0.97
220	160	2.99	1.00
220	170	3.08	1.03
220	180	3.16	1.05
220	190	3.24	1.08
220	200	3.33	1.11
220	210	3.41	1.14
240	150	2.97	0.99
240	160	3.06	1.02
240	170	3.15	1.04
240	180	3.24	1.07
240	190	3.33	1.10
240	200	3.42	1.13
240	210	3.51	1.16

ZAPATA CUADRADA			
Base (cm)	Prof. (cm)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	qd (kg/cm <sup>2</sup> )
200	150	2.50	0.83
200	160	2.59	0.86
200	170	2.67	0.89
200	180	2.75	0.92
200	190	2.84	0.95
200	200	2.92	0.97
200	210	3.00	1.00
200	220	3.09	1.03
200	230	3.17	1.06
200	240	3.25	1.08
200	250	3.34	1.11
200	260	3.42	1.14
200	270	3.50	1.17
200	280	3.59	1.20
220	290	3.73	1.24
220	300	3.81	1.27
220	310	3.89	1.30
220	320	3.98	1.33
220	330	4.06	1.35
220	340	4.14	1.38
220	350	4.23	1.41
220	360	4.31	1.44
220	370	4.39	1.46
220	380	4.48	1.49
220	390	4.56	1.52
220	400	4.65	1.55
240	420	4.83	1.60



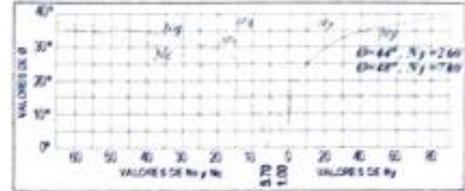
**JAMP INGENIEROS S.R.L.**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
 ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, L.L. LP.  
 DENSIDAD DE CAMPO  
 DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

**ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE LOCAL**

N° DE MUESTRA : M-01  
 N° DE CALICATA : C-03  
 CLASIFICACION SUCS: GM  
 Peso Especifico  $\gamma_m$  2.105 gr/cm<sup>3</sup>  
 Angulo de Friccion  $\phi$  27.23 °  
 Cohesion C 0.05 Kg/cm<sup>2</sup>



Según Terzagui

Capacidad de Carga Última para Cimentaciones Cuadradas

qc = Capacidad de Carga Última  
 qd = Capacidad Admisible

$$q_c = \frac{2}{3} cN'_c + \gamma D_f N'_q + \frac{1}{2} \gamma B N'_r$$



**CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE CIMENTACION**

**TIPO DE FALLA LOCAL PARA CIMIENTOS CORRIDOS**

P. ESPECIFICO (Kg/cm <sup>3</sup> )	Ø	Ø'	C	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.002105	27	18.94	0.05	0.03	13.88	5.7609	4.6388	1.0	1.0	1.0	3

**TIPO DE FALLA LOCAL PARA ZAPATA CUADRADA**

P. ESPECIFICO (Kg/cm <sup>3</sup> )	Ø	Ø'	C	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.002105	27	18.94	0.05	0.03	13.88	5.7609	4.6388	1.04	1.02	1.02	3

**CIMENTO CORRIDO**

Base (cm)	Prof. (cm)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	qd (kg/cm <sup>2</sup> )
180	150	3.23	1.08
180	160	3.36	1.12
180	170	3.48	1.16
180	180	3.60	1.20
180	190	3.73	1.24
180	200	3.85	1.28
180	210	3.97	1.32
200	150	3.33	1.11
200	160	3.45	1.15
200	170	3.58	1.19
200	180	3.70	1.23
200	190	3.83	1.28
200	200	3.95	1.32
200	210	4.07	1.36
220	150	3.43	1.14
220	160	3.55	1.18
220	170	3.68	1.23
220	180	3.80	1.27
220	190	3.93	1.31
220	200	4.05	1.35
220	210	4.17	1.39
240	150	3.53	1.18
240	160	3.65	1.22
240	170	3.77	1.26
240	180	3.89	1.30
240	190	4.02	1.34
240	200	4.15	1.38
240	210	4.27	1.42

**ZAPATA CUADRADA**

Base (cm)	Prof. (cm)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	qd (kg/cm <sup>2</sup> )
200	150	3.17	1.06
200	160	3.29	1.10
200	170	3.42	1.14
200	180	3.54	1.18
200	190	3.67	1.22
200	200	3.79	1.26
200	210	3.91	1.30
200	220	4.04	1.35
200	230	4.16	1.39
200	240	4.28	1.43
200	250	4.41	1.47
200	260	4.53	1.51
200	270	4.65	1.55
200	280	4.78	1.59
220	290	5.00	1.67
220	300	5.12	1.71
220	310	5.25	1.75
220	320	5.37	1.79
220	330	5.50	1.83
220	340	5.62	1.87
220	350	5.74	1.91
220	360	5.87	1.96
220	370	5.99	2.00
220	380	6.11	2.04
220	390	6.24	2.08
220	400	6.36	2.12
220	410	6.49	2.16
220	420	6.61	2.20



INGENIEROS  
RUC: 20604707278

# JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA



Foto N° 01: Calicata C-1.



Foto N° 02: Calicata C-2.





INGENIEROS

RUC: 20604707278

# JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA



Foto N° 03: Calicata C-3.



Foto N° 04: Calicata C-1 ensayos de laboratorio (Granulometría)



INSTITUTO VENEZOLANO DE NORMALIZACIÓN  
INVENOR  
JEFE DE LABORATORIO  
MECÁNICA DE SUELOS  
CIP. 30330



EDITH OCTAVIO QUISEP  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 206748  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
SUELOS Y CONCRETO





INGENIEROS

R.U.C. 20604707278

## JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL  
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD  
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,  
DENSIDAD DE CAMPO  
DISEÑO DE MEZCLA



Foto N° 05: Calicata C-2 ensayos de laboratorio (Granulometría).



Foto N° 06: Calicata C-3 ensayos de laboratorio (Granulometría).



JHON I. ROSA CRESPO LLANQUE  
JEFE DE LABORATORIO DE  
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO  
CIP. 303303



EDITH N. OCHOA QUISPE  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 206748  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
SUELOS Y CONCRETO

