

FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES EN LOS
INODOROS DE CINCO VIVIENDAS, PARA OPTIMIZAR EL
AGUA POTABLE EN EL C.P.M PUYLUCANA, DISTRITO DE
LOS BAÑOS DEL INCA, 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Cristobal Cortez Cerquin

Asesor:

Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez

<https://orcid.org/0000-0001-7846-2510>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	JANE ELIZABETH ALVAREZ LLANOS	26704582
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	CARLOS ELDER RUDECINDO CALUA CARRASCO	71573678
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	MARIO RENE CARRANZA LIZA	26602358
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Document Information		
Analyzed document	INFORME DE TESIS CRISTOBAL CORTEZ CERQUÍN.docx (D159943624)	
Submitted	3/2/2023 11:56:00 PM	
Submitted by	KELY ELIZABETH NÚÑEZ VÁSQUEZ	
Submitter email	kely.nunez@upn.edu.pe	
Similarity	6%	
Analysis address	kely.nunez.deinor@analysis.urkund.com	
Sources included in the report		
Universidad Privada del Norte / 07 DIAZ JAYE JEFERSON ESQUIVEL LIZANA MIGUEL ALONSO.docx		
SA	Document 07 DIAZ JAYE JEFERSON ESQUIVEL LIZANA MIGUEL ALONSO.docx (D141723902) Submitted by: melving.rivera@upn.pe Receiver: melving.rivera.deinor@analysis.urkund.com	1
W	URL: https://www.rndc.org/es/experts/enika-moyer/reciclar-agua-resolucion-ano-nuevo-america-latina Fetched: 3/2/2023 11:56:00 PM	1
W	URL: https://peru.oxfam.org/es/C3CA9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-... Fetched: 3/2/2023 11:57:00 PM	2
SA	UNU_AMBIENTAL_2022_PIFOCAM_FERMIN-CAMPOS-SOLORZANO_V1.pdf Document UNU_AMBIENTAL_2022_PIFOCAM_FERMIN-CAMPOS-SOLORZANO_V1.pdf (D136471380)	4
SA	Araujo Huarcaya, Elias Suleban-Licas Torres Eunice Miliam-PC4_-_TESIS_I (1).pdf Document Araujo Huarcaya, Elias Suleban-Licas Torres Eunice Miliam-PC4_-_TESIS_I (1).pdf (D152071282)	7
SA	Universidad Privada del Norte / INTO_TRABAJO FINAL_TALLER DE TESIS 2.docx Document INTO_TRABAJO FINAL_TALLER DE TESIS 2.docx (D110286979) Submitted by: anita.alva@upn.edu.pe Receiver: anita.alva.deinor@analysis.urkund.com	3
SA	1A_Dominguez_Villacorta_Orlando_Doctorado_2021.docx Document 1A_Dominguez_Villacorta_Orlando_Doctorado_2021.docx (D106556895)	5
SA	TRABAJO TITULACION.pdf Document TRABAJO TITULACION.pdf (D132297552)	2
SA	TESIS DE JAIME AMAMBAL.docx Document TESIS DE JAIME AMAMBAL.docx (D157902833)	1
SA	Maldonado Gabriela - Tesis completa.pdf Document Maldonado Gabriela - Tesis completa.pdf (D134004791)	3

DEDICATORIA

*A mis padres por su apoyo
incondicional, por creer en mí e inspirar
la importancia del estudio desde muy
temprana edad.*

*A mi esposa María que siempre me
ha dado ánimo para tomar fuerzas
y perseverar en el estudio.*

*A mis hijas Jhenniffer, Judith y
Jazmín que Dios ilumine sus caminos para
que puedan ser guías de su prójimo.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido culminar mi profesión y por darme la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A todos mis amigos y familia por sus consejos, ejemplos dignos de superación y entrega.

Un agradecimiento especial a todos los Docentes que han contribuido en mi formación y por sus consejos, apoyo incondicional y por la motivación constante, que me ha permitido ser una persona de bien y culminar mi carrera profesional.

ÍNDICE

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE ECUACIONES	14
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	17
Realidad Problemática	17
Marco Teórico	29
<i>Agua Potable</i>	29
<i>Límites Máximos Permisibles Referenciales de los Parámetros de Calidad del Agua Potable.</i>	29
Generalidades del Suministro de Agua en Perú	30
Aguas Residuales	32
<i>Clasificación de las Aguas Residuales.</i>	33

Aguas Grises	34
Caracterización del Agua Gris.	35
<i>Requerimientos del Agua Gris Tratada Para Llenado de Tanque de Inodoro.</i>	40
<i>Conceptualización del Sistema de Reutilización de Aguas Grises</i>	43
Diseño del Sistema de Tratamiento de Reutilización de Aguas Grises.	48
<i>Cálculo de Caudal de Aguas Residuales y Grises de una Vivienda</i>	48
<i>Cálculo del Tratamiento Primario – Trampa grasa</i>	49
<i>Cálculo de Sistema de Tratamiento Secundario - Biofiltro.</i>	49
<i>Cálculo de las dimensiones del Tanque de Almacenamiento.</i>	53
Formulación del Problema	56
<i>Objetivos</i>	56
Objetivo General.	56
Objetivos Específicos.	56
Hipótesis	56
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	57
Tipo de Investigación	57
Población y Muestra	57
Materiales, Instrumentos y Métodos	57
Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos	58

Procedimiento de Recolección de Datos	59
Procedimiento de Tratamiento y Análisis de Datos	60
CAPÍTULO III: RESULTADOS	63
Descripción de las Viviendas Seleccionadas	63
Diseño del Sistema de Tratamiento de las aguas grises de las Viviendas provisoras.	65
<i>Cálculo del Caudal de Aguas Grises con Coeficiente de Retorno de Diseño</i>	65
<i>Cálculo del Tratamiento Primario – Trampa Grasa en Viviendas Provisoras</i>	68
<i>Cálculo de Sistema de Tratamiento Secundario - Biofiltro</i>	68
<i>Cálculo de las Medidas del Tanque de Almacenamiento de Aguas Grises</i>	70
<i>Cantidad de Descargas que Genera las Aguas Grises Tratadas en los Inodoros</i>	71
Presupuesto Referencial del Sistema de Reutilización de Aguas Grises.	74
Procedimientos para la Construcción del Biofiltro	74
Operación y Mantenimiento del Sistema	75
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	81
Discusión	81
Conclusiones	86
REFERENCIAS	88
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Parámetros de Calidad del Agua Potable.</i>	30
Tabla 2 <i>Dotación de Agua Potable.</i>	31
Tabla 3 <i>Sustancias más Comunes Presentes en las Aguas Grises.</i>	36
Tabla 4 <i>Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de las Aguas Grises.</i>	36
Tabla 5 <i>Propiedades Químicas de las Aguas Grises.</i>	37
Tabla 6 <i>Propiedades Biológicas de las Aguas Grises.</i>	38
Tabla 7 <i>Parámetros de Calidad Típico de las Aguas Grises.</i>	39
Tabla 8 <i>Categorías y Subcategorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua</i>	41
Tabla 9 <i>Estándares Nacionales de Calidad del Agua Categoría 1 "Población Recreacional". Subcategoría B: Aguas Superficiales destinadas para Recreación tipo B2: "Contacto Secundario"</i>	42
Tabla 10 <i>Opción Tecnológica no Convencional Considerada.</i>	47
Tabla 11 <i>Criterios Típicos Para Cálculo de Humedales Artificiales de Flujo Superficial.</i>	51
Tabla 12 <i>Parámetros Para el Cálculo del Biofiltro.</i>	51
Tabla 13 <i>Ficha de Registro de Consumo de Agua Potable por Vivienda.</i>	59
Tabla 14 <i>Características de las 5 Viviendas provisoras Seleccionada.</i>	64

Tabla 15 <i>Distribución de los Ambientes y Productores de Aguas Grises de las Viviendas Provisoras.</i>	64
Tabla 16 <i>Consumo Promedio Diario de Agua Potable por Habitante de la vivienda provisorora.</i>	65
Tabla 17 <i>Caudal de Aguas Grises de las Viviendas Provisoras que Ingresan al Sistema de Tratamiento.</i>	67
Tabla 18 <i>Valores Ajustados de las Dimensiones del Trampa Grasas en las 5 Viviendas provisoras.</i>	68
Tabla 19 <i>Cálculo Biológico y Cálculo Hidráulico del Tratamiento Secundario.</i>	69
Tabla 20 <i>Capacidad del Tanque de Almacenamiento de Aguas Grises de las 5 Viviendas provisoras.</i>	70
Tabla 21 <i>Estimación de la Cantidad de Descargas de Aguas Grises tratadas en los Inodoros.</i>	71
Tabla 22 <i>Optimización en el consumo del Agua Potable en Viviendas Contribuidas con Aguas Grises Para Sus Inodoros.</i>	72
Tabla 23 <i>Cálculo Hidráulico Del Tanque De Almacenamiento a los 5 Tanques De los Inodoros de las Viviendas Contribuidas.</i>	73
Tabla 24 <i>Presupuesto Referencial del Sistema de Reutilización de Aguas Grises.</i>	74

“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”

Tabla 25 Recomendaciones Para Operación del Biofiltro. 76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Principales causas y consecuencias de la escasez de agua.	21
Figura 2 Perú: Formas de abastecimiento de agua 2020 (porcentaje respecto al total de los hogares).....	32
Figura 3 Clasificación de las Aguas Residuales según OEFA (2014).	33
Figura 4 Distribución de aguas residuales producidas en una vivienda en los aparatos sanitarios.	34
Figura 5 Distribución de aguas grises producidas en una vivienda.	35
Figura 6 Esquema general de tratamiento de aguas servidas.	45
Figura 7 Tecnologías de tratamiento aplicadas en una secuencia de tratamiento de aguas servidas en el sector rural.	46
Figura 8 Biofiltro horizontal de flujo libre o superficial.	47
Figura 9 Esquema del sistema de reutilización de aguas grises.	61
Figura 10 Ubicación satelital del centro poblado Puylucana mediante Google Earth.	63
Figura 11 Fotografía de las viviendas del Centro poblado Puylucana.	63
Figura 12 Consumo de agua potable de cinco viviendas provisoras.	66
Figura 13 Consumo diario de agua potable por integrantes de viviendas provisoras.....	66

Figura 14 <i>Capacidad del tanque de almacenamiento general de aguas grises de las 5 viviendas provisoras.</i>	70
Figura 15 <i>Diseño del sistema de reutilización de aguas grises.</i>	77
Figura 16 <i>Plano de trampa grasa y tanque de almacenamiento de aguas grises.</i>	78
Figura 17 <i>Plano del biofiltro.</i>	79
Figura 18 <i>Plano del Proceso de proyecto.</i>	80

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Cálculo del caudal de aguas residuales de la vivienda.....</i>	48
<i>Ecuación 2: Cálculo del caudal de aguas grises de la vivienda.</i>	48
<i>Ecuación 3: Caudal de aguas grises que ingresa al sistema de tratamiento.....</i>	49
<i>Ecuación 4: Fórmula para calcular el volumen de la trampa grasas.</i>	49
<i>Ecuación 5: Volumen de la trampa grasa con proporción largo: ancho 2:1.</i>	49
<i>Ecuación 6: Ancho de la trampa grasa.</i>	49
<i>Ecuación 7: Fórmula para Calcular de la Superficie del biofiltro.....</i>	50
<i>Ecuación 8: Constante de veloc. de 1° orden dependiente de la temp., d^{-1} (K_T).</i>	50
<i>Ecuación 9: Ecuación de la Ley de Darcy.</i>	52
<i>Ecuación 10: Área de la sección transversal (A_c).</i>	53
<i>Ecuación 11: Cálculo del ancho del biofiltro.</i>	53
<i>Ecuación 12: Cálculo del largo del biofiltro.....</i>	53
<i>Ecuación 13: Caudal de agua gris tratada hacia inodoro.</i>	54
<i>Ecuación 14: Pérdida de carga por fricción.</i>	54
<i>Ecuación 15: Fórmula para calcular la pérdida de carga de fricción localizada.</i>	55
<i>Ecuación 16: Cálculo de la pérdida de carga total del sistema (F).</i>	55
<i>Ecuación 17: Presión en el punto de alimentación del inodoro.....</i>	55

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general, implementar un sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de 5 viviendas, para optimizar el consumo de agua potable en el C.P.M. Puylucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.

Se utilizó la siguiente metodología: La investigación según su naturaleza es descriptiva y según su propósito es aplicada porque nace con la intención de atender la realidad problemática de escasez de agua potable, se utilizó la técnica de la observación directa y como instrumento utilizó la ficha de registro mensual de consumo de agua potable por vivienda. La población se constituye por 83 viviendas del C.P.M. de Puylucana y la muestra se constituye por cinco viviendas de la comunidad, que fueron seleccionadas por conveniencia del investigador.

El procedimiento fue: Captar las aguas grises de cinco viviendas provisoras, para darle un tratamiento primario en trampa grasa y un tratamiento secundario en un Biofiltro (humedal artificial), luego almacenarlo en un tanque, para distribuir mediante gravedad a los inodoros de 5 viviendas contribuidas, con la finalidad de optimizar el consumo de agua potable.

La conclusión principal fue que la implementación del sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas con trampa grasa y un biofiltro de largo 4,42 m, ancho 1,65 m y profundidad 0,45 m, permite un ahorro de agua potable del 42%.

PALABRAS CLAVES: Aguas Grises, Agua Potable, Biofiltro, Gravedad, Reutilización.

ABSTRACT

The present investigation had as a general objective, to implement a gray water reuse system in the toilets of 5 homes, to optimize the consumption of drinking water in the C.P.M. Puylucana, District of the Inca Baths, 2022.

The following methodology was used: The research according to its nature is descriptive and according to its purpose it is applied because it is born with the intention of addressing the problematic reality of drinking water scarcity, the observation technique was used and the registration form was used as an instrument. monthly drinking water consumption per home. The population is constituted by 83 houses of the C.P.M. de Puylucana and the sample is made up of five houses in the community, which were selected for the convenience of the researcher.

The procedure was: Capture the gray water from five provisional homes, to give it a primary treatment in a grease trap and a secondary treatment in a Biofilter (artificial wetland), then store it in a tank, to distribute it by gravity to the toilets of 5 contributed homes , in order to optimize the consumption of drinking water.

The main conclusion was that the implementation of the gray water reuse system in the toilets of five houses with a grease trap and a biofilter 4.42 m long, 1.65 m wide and 0.45 m deep, allows a saving of drinking water of 42%.

Keywords: Gray Water, Potable Water, Biofilter, Gravity Reuse.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática

El agua es uno de los recursos naturales más importante del planeta, siendo el ingrediente fundamental para garantizar la supervivencia en sí misma de los seres humanos, impulsar el desarrollo económico, la generación de energía, la producción de alimentos, y los ecosistemas saludables, o dicho en otras palabras, es uno de los recursos primordiales para alcanzar el desarrollo sustentable de la sociedad según (ONU, 2017).

Este panorama trae ante nosotros una realidad que llevo a la reflexión a organismos internacionales hacia una incansable búsqueda de soluciones. En este sentido, nacen alrededor del mundo políticas de estado para impulsar respuestas ante la problemática del agua, como los planes diseñados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en específico la propuesta de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos ODS plantean dentro de sus estrategias el objetivo número seis denominado, “Agua Limpia y Saneamiento” cuya meta es lograr para el 2030 el acceso equitativo de la población al agua dulce, servicios de saneamiento e higiene del agua apropiados, reducción de la contaminación del agua eliminando el vertimiento y aumentando la reutilización de aguas residuales, aumentar el uso eficiente del agua, proteger ecosistemas relacionados con el agua, y fortalecer la participación de las comunidades locales en la gestión y saneamiento del agua.

Estudios realizados por organizaciones como la ONU, UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) o la OMS (Organización Mundial de la Salud) ponen en perspectiva el escenario real con respecto a la problemática del acceso al agua potable y

sistemas de saneamiento a nivel global, y como esto compromete la salud de personas y medioambiente, evidenciaron que gran parte de la población el acceso a los servicios relacionados con el agua es deficiente o inexistente, mostrando cifras alarmantes que indican que en el planeta 1100 millones de personas carecen de agua potable (PNUD, 2022), 2100 millones de personas no tienen acceso a un suministro de agua potable gestionado de forma adecuada, mientras que 4500 millones de personas no poseen servicios de saneamiento de aguas residuales (OMS/UNICEF, 2017). Por otro lado, las proyecciones de crecimiento demográfico mundial estiman que para el año 2050 una de cada cuatro personas vivirá en una región afectada severamente por la escasez de agua dulce, aproximadamente una quinta parte de toda la población mundial sufre por la escasez de agua(ONU).

La realidad de América Latina y el Caribe respecto a agua potable y el saneamiento:

En efecto, aun con las mejoras observadas en estos servicios en la región, más de 13 millones de habitantes urbanos no tienen acceso a fuentes mejoradas de agua y 61 millones a saneamiento (JMP, 2015).

Para América Latina, Según (Becerra, 2019) “una prioridad en esta lista debería ser acelerar la adopción de soluciones de reciclaje de aguas residuales”.

La realidad del Perú respecto al agua potable y saneamiento según información del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2022).

En el país aproximadamente 5 millones de personas no cuentan con un suministro confiable de agua potable, cerca de 11 millones carecen de alcantarillado y soportan mala calidad de vida, Solo el 62% del desagüe captado por las EPS se recicla en plantas de tratamiento, los servicios en agua y saneamiento son insostenibles por

insuficiente inversión, graves problemas económicos.

Estudios realizados por la organización internacional World Resources Institute (WRI, 2019), “proyectan una probabilidad de que Perú sufra de un estrés hídrico alto para el 2040”.

Por otro lado, la carencia de sistemas de drenajes apropiados trae como consecuencia focos insalubres, ya que, la mayoría de las actividades humanas generan aguas grises y negras, las cuales regresan al medio ambiente sin tratamiento.

Como medio para atender esta realidad problemática, surgen iniciativas como la reutilización de las aguas grises, captándolas, tratándolas y recuperándolas para su uso doméstico sustituyendo al agua potable en servicios sanitarios, de riego, y otros. Sin embargo, al no ser un requerimiento obligatorio del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la gran mayoría de las construcciones, y más aún las viviendas rurales, no son provistas de arreglos que permitan la reutilización de aguas grises para uso doméstico o disposición al medio ambiente, lo que dentro del marco de una transformación hacia una visión no solo más eficiente, sino también más ecológica sobre el uso del agua, representaría un ahorro significativo del agua potable al reutilizar las aguas grises tratadas para la descarga de inodoros, al tiempo que reduciría significativamente aquellos focos insalubres producto de una disposición inadecuada de las aguas residuales.

La Situación del Agua Potable en el Perú, Según (Oxfam, 2022), Confederación Internacional:

El Perú está dentro de los 20 países más ricos en agua. No obstante, este recurso se encuentra mal distribuido en el territorio no llegando a los lugares

donde existe demanda. Así que, en nuestro país, la costa peruana concentra más del 70% de la población, pero solo cuenta con el 1.8% del total de agua que se produce, además entre 7 y 8 millones de peruanos aún no tienen agua potable, siendo Lima la ciudad más vulnerable, ya que es la segunda capital en el mundo asentada en un desierto y solo llueve 9 milímetros al año.

Sin embargo, según datos del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL, 2022), “asegura que en el Perú se consumen hasta 250 litros de agua por persona”.

La Situación actual respecto a las aguas residuales y grises en el Perú, Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 2022), quien presentó los resultados del informe indicando que actualmente existen 202 plantas de tratamiento de aguas residuales en el Perú, 171 se encuentran operativas, vale decir que el 85 % de ellas están cumpliendo con su función de contribuir con la protección del medio ambiente y la salud de la población.

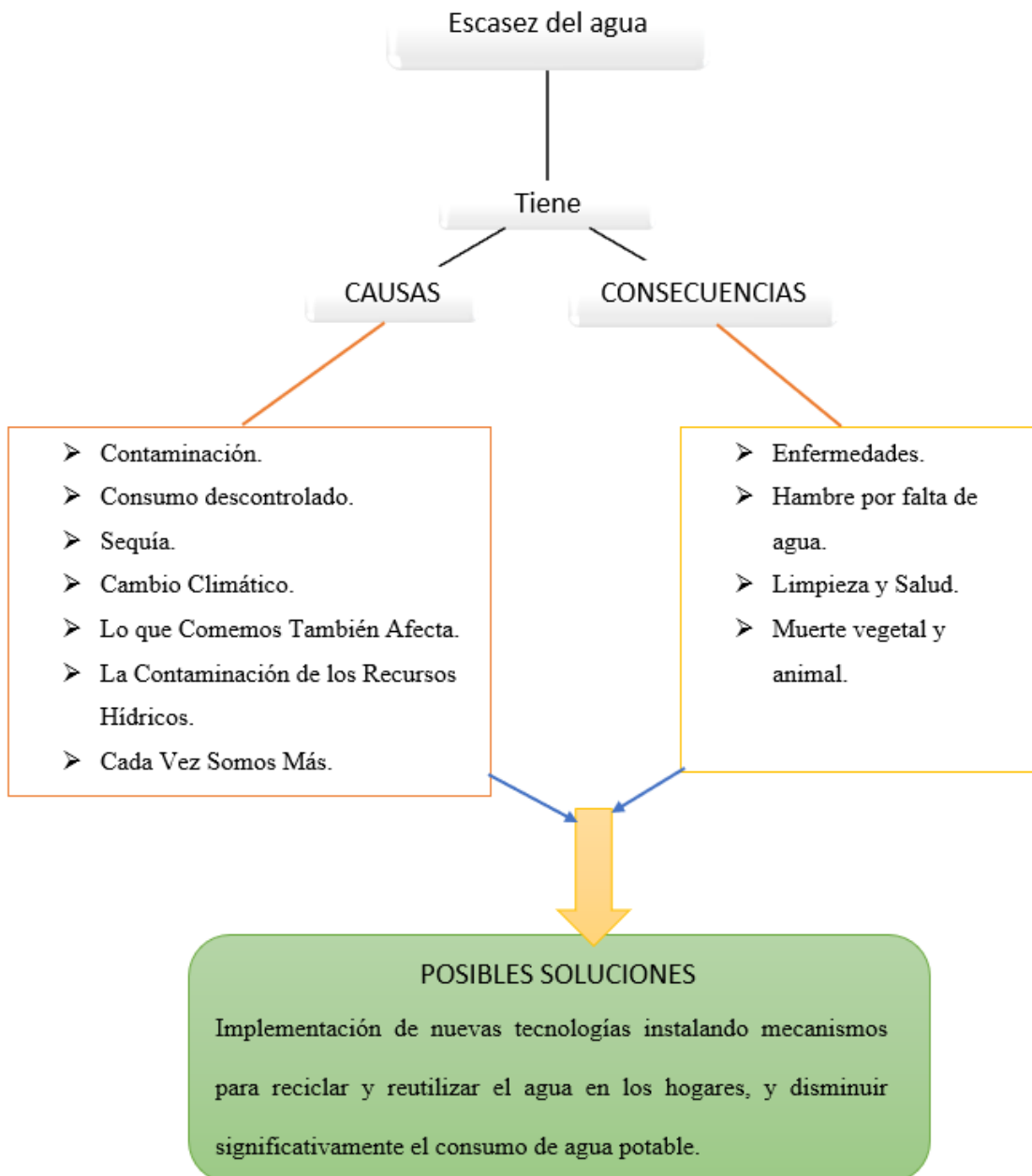
En ese sentido, las aguas residuales son y deben considerarse un recurso valioso a partir del cual pueden generarse aguas grises que pueden ser aprovechados en los inodoros.

En el Centro Poblado de PuyLucana el uso que se da al agua potable es primario y poblacional porque se utiliza para la preparación de alimentos, el consumo directo y el aseo personal, mediante la captación del agua de una fuente o red pública, debidamente tratada, con el fin de satisfacer las necesidades humanas básicas, se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional.

Causas y consecuencias de la **escasez de agua.**

Figura 1

Principales causas y consecuencias de la escasez de agua.



Fuente: Elaboración Propia.

Por tal razón esta investigación tiene como objetivo implementar un sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas contribuidas para optimizar el agua potable y así poder dar una posible solución a la escasez de agua que enfrenta las comunidades, la reutilización de aguas grises permitirá un segundo uso, disminuyendo significativamente del consumo de agua potable.

(Castillo & Meseth, 2015) en su artículo titulada Reúso de las Aguas Residuales Tratadas en Perú, “determinaron que efectivamente la reutilización de las aguas grises tratadas son una solución tangible para atender a las zonas de alto estrés hídrico del país, al permitir emplear estas aguas acondicionadas para riego, uso sanitario y otros”.

Antecedentes

Ámbito Internacional:

(Herrera & García, 2021), realizaron un estudio titulado: “Diseño de un prototipo para la reutilización de aguas grises en viviendas”, en la ciudad de Bogotá - Colombia.

El objetivo general del estudio fue diseñar el prototipo de un sistema de simple instalación en viviendas con el propósito de reutilizar aguas grises provenientes de la ducha y así reducir el uso de agua potable en el inodoro, disminuyendo a su vez el impacto ambiental del consumo de agua en las viviendas, la muestra estuvo constituida por una vivienda de 4 integrantes, el diseño que se utilizó fue explicativa, como instrumentos se utilizó la ficha de datos. Los resultados obtenidos fueron que, implementando el sistema, este supliría hasta 6 descargas en caso de estar lleno. Esto representa un ahorro aproximado 60 l/día en una vivienda de 3 a 4 integrantes. **Conclusión** en algunos casos se quiere aprovechar el agua no solo para la descarga de la cisterna, sino que, además, se quiere

reutilizar en más actividades, el prototipo podría ahorrar al año hasta 20 mil litros de agua, lo que representa una gran cantidad de agua potable, por lo que el prototipo puede ser una gran herramienta para reducir el impacto ambiental que genera una actividad diaria y común como lo es descargar la cisterna.

(Salazar Mayz, A, & Lobatón, 2021) realizaron una investigación titulada: “Evaluación de sistemas de reutilización de aguas grises. Caso de estudio AquaSalvis” en la ciudad de Caracas - Venezuela. El prototipo es un Sistema Unifamiliar de Reutilización de Aguas Grises del Lavamanos para la Descarga de Inodoros, diseñado como una medida de ahorro de agua potable. El propósito de la investigación es evaluar el prototipo a través de un análisis de su funcionamiento, costos y percepción de los potenciales usuarios. La muestra estuvo constituida por el baño de la residencia del investigador, la investigación es de tipo descriptiva y el diseño que se utilizó fue Experimental y Documental, los instrumentos que se utilizaron fueron las fichas de observación y el diario de campo, los resultados obtenidos fueron que la capacidad de almacenamiento de agua del Prototipo de 9,5 litros, se considera suficiente para satisfacer el volumen promedio necesario para la captación del agua gris del lavamanos, la capacidad de ahorro promedio, está entre 7 – 60%, el prototipo produce un agua con alta turbiedad (31 a 163 UNT), y su contenido orgánico (DBO entre 7 a 10 mg/L), excede los límites de calidad de algunas de las normativas. Finalmente, se **concluye** que el AquaSalvis tiene limitaciones importantes para producir un agua reciclada con la calidad requerida, y su implantación como sistema de reúso, depende del balance de costos, porcentaje de ahorro obtenido y aspecto estético en el cuarto de baño.

(Otávio & Gemael, 2020), realizaron un estudio titulado: “Captura, Tratamiento y Reutilización de agua gris y de lluvia en residencia unifamiliar”, en la ciudad de Palhoça –

Brasil.

El objetivo general del estudio fue presentar una revisión bibliográfica, cuyo tema es la reutilización del agua de lluvia, así como la reutilización de aguas grises en una residencia unifamiliar, la muestra estuvo constituida por dos residencias, el diseño que se utilizó fue experimental, los instrumentos que se utilizaron fueron las fichas de observación, los resultados obtenidos fueron en la residencia 01 el lugar donde el mayor consumo de agua fue la ducha con el 32,8% del consumo total de la residencia, seguido del aseo con el 30,4% y el grifo de cocina con 28,0%, en la residencia 02 también se observó el mayor consumo en la ducha, con el 45,6% del consumo total de la residencia, seguido del aseo con el 25,6% y el fregadero de la cocina con el 13,5%. **Conclusión** el modelo de captura presentado en esta obra o cualquier otro disponible en el mundo requiere un coste de instalación inicial muy alto, pero a largo plazo debe tener ahorros en el volumen de agua utilizada en la residencia, así como en la calidad del agua que se recibe, porque al tratar y reutilizar el agua que una vez volvió a la naturaleza habrá la preservación de la calidad de este bien que, además de finito, es esencial para el bienestar y para la calidad de la vida humana.

A **nivel nacional** se tiene a (Haro, 2022) realizó una investigación titulada: "Sistema de tratamiento para la reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera", en la ciudad de Trujillo - Perú.

El objetivo general del estudio fue diseñar un sistema de tratamiento y reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera del distrito de Trujillo, la muestra estuvo constituida por 100 hoteles ubicados en el distrito de Trujillo, el diseño de investigación que se utilizó fue experimental, los instrumentos que se utilizaron fue el cuestionario, y se obtuvo como resultado un sistema con dos tanques, para tratamiento y reutilización.

Conclusión con la implementación del sistema de reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera se logra un ahorro del 25.5% del consumo total del agua, siendo rentable la medida que la sociedad otorgue un valor realmente significativo al beneficio ambiental. También se determinó que mientras mayor sea el costo del recibo de agua más rápido será el retorno de la inversión. El 72% de los administradores/encargados de los hoteles manifiesta estar interesados en un sistema de reutilización de agua.

(Pari, 2018) realizó un estudio titulado: “Reutilización De Aguas Grises Domésticas Ante La Insuficiencia De Agua Potable En Edificios Multifamiliares” Lima - Perú.

El objetivo general del estudio fue analizar la influencia de la reutilización de las aguas grises domésticas para mejorar la insuficiencia de agua potable en edificios multifamiliares Lima, la muestra estuvo constituida por 57 socios, el diseño es no experimental, los instrumentos que se utilizaron fueron el cuestionario y la guía de observación de campo, la conclusión fundamental en este estudio es que la reutilización de las aguas grises influirá de forma significativa a mejorar la insuficiencia del agua potable. Se diseñará un nuevo sistema sanitario que permita aislar las aguas grises de las aguas negras facilitando su reutilización. **Conclusión** la variación de costos en la construcción de una edificación tradicional y una edificación con sistema de reutilización de aguas grises tiene una diferencia aproximada de 2.7%, la reutilización de aguas grises conserva el medio ambiente. Con la reutilización de aguas grises para uso exclusivo en inodoros y riego de áreas verdes, se garantiza un ahorro en el consumo de agua potable en un 35 y 40% durante la vida útil del bien inmueble. La muestra de la investigación respondió en un 52.6% a la pregunta ¿sabe usted de algún lugar de la ciudad que no cuente con agua potable? Esto indica que la mayoría de los encuestados conoce la escasez del agua y que para muchos aun

es inaccesible.

(Valencia, 2019) realizó una investigación titulada: “Ecoeficiencia en el uso del agua, su reutilización y manejo de residuos sólidos en la I.E. “Almirante Miguel Grau” del Distrito de Majes - Caylloma – Arequipa” – Perú.

El objetivo general del estudio fue elaboración de un proyecto de ecoeficiencia en el uso del agua, su reutilización y un manejo adecuado de residuos sólidos en la I.E. “Almirante Miguel Grau” el Pedregal, Distrito de Majes – Caylloma- Arequipa 2018, esta investigación considero a toda la población de 1522 habitantes en toda la I.E, el diseño de investigación que utilizó fue diagnóstica, los instrumentos que se utilizaron fueron la ficha de observación y el cuestionario, los resultados obtenidos de la caracterización de residuos sólidos realizados, se determinó que en la Institución Educativa Almirante Miguel Grau El Pedregal se genera residuos sólidos diariamente de 31 kg/ día de los cuales, el 49,15 % es materia orgánica, 18,57 % son papeles, 6,80% de plásticos (botellas) y otros. **Conclusión** se eligió los humedales artificiales subsuperficial como tratamiento principal de las aguas grises siendo el más factible para la Institución Educativa, debido a su alta eficiencia en remover los contaminantes y el bajo costo de instalación, operación y mantenimiento. Después de ello se dispondrá las aguas tratadas para el riego de áreas verdes provocando la ampliación de las mismas en la Institución Educativa. Se plantea también un plan de gestión de manejo de residuos sólidos para la Institución Educativa, que según el diagnóstico realizado no cuenta con uno de estos. Finalmente, se hizo un presupuesto que implicaría el replanteo de las instalaciones sanitarias y la implementación del sistema de reciclaje de aguas grises; y un análisis de los beneficios que generaría el proyecto.

A nivel local se tiene a (Laiza, 2018) realizó una investigación titulada: “Revisión

sistemática de estudios realizados sobre reutilización de aguas grises tratadas en viviendas”, en la ciudad de Cajamarca.

El objetivo general del estudio fue dar a conocer sobre los estudios realizados en la reutilización de aguas grises en una vivienda, la muestra estuvo constituida por 29 estudios desde el año 2001, el diseño que se utilizó fue descriptivo, como instrumentos para revisar la información detallada, se ha creado un Excel donde contamos con el link, título, objetivos, resultados de la investigación y otros datos que consideramos importantes para nuestra investigación, como resultados se obtuvo que en estas últimas décadas, la importancia de buscar formas de captación de agua y de mantener la mayor cantidad de recurso hídrico, ha ido en aumento; es por ello que las investigaciones referentes al tratamiento y reutilización del agua, ha ido en aumento en esta última década, ya que este recurso ha ido escaseando por varios factores. **Conclusión** en los últimos 18 años, las investigaciones sobre el reúso de aguas grises, ha ido en aumento, y los países latinoamericanos están brindando varias investigaciones, ya que por la situación socioeconómica en Latinoamérica, se tiene más carencia de agua en las viviendas. Dentro de la literatura analizada, el tratamiento logra minimizar la contaminación del medio ambiente, obtener beneficios económicos y sociales que permitan seguir avanzando como población. Se ha evidenciado que los estudios realizados, aún tiene limitaciones, ya que aún estamos en el inicio de brindar una solución sostenible y factible, es por ello que estas investigaciones aún tienen muchos varios que promueven a los nuevos investigadores a seguir ahondando en este campo.

(Terrones & Sánchez, 2017) realizaron una investigación titulada: “Satisfacción del usuario en la reutilización del agua de lavadora en sanitario” en la ciudad de Cajamarca – Perú.

El objetivo general del estudio fue determinar la satisfacción del usuario en la reutilización del agua de lavadora en sanitarios, la muestra estuvo constituida por 8 familias de los departamentos en que se instaló el sistema, el diseño de investigación fue de tipo no experimental en la cual no se manipularon variables, sino que estas se evaluaron conforme se presentaron en la realidad, el instrumento que se utilizó fue el cuestionario. **Conclusión** se implementó el sistema de reutilización de agua de lavadoras en 8 departamentos satisfactoriamente y se evaluó la satisfacción del usuario en la reutilización del agua de lavadoras en sanitarios, obteniéndose los siguientes resultados: Satisfacción Muy alta 65,23%, Alta 24,22%, con la cual se cumple la hipótesis planteada.

En este sentido, son muchas las comunidades que sufren de la problemática del agua, y dentro de estas el C.P.M. de Puyucana ubicado en el distrito Baños del Inca, Cajamarca, una de las localidades rurales del Perú que se han visto afectadas por una gestión inadecuada tanto del suministro de agua dulce como del manejo de aguas residuales. Esto aunado a un crecimiento no planificado del poblado y a un suministro interrumpido de agua potable ha generado un impacto negativo en la calidad de vida de los pobladores en diferentes dimensiones, al no contar con un suministro confiable de agua dulce y al no tener sistemas seguros de manejo de aguas residuales. Esta condición hace imperativo que la implementación de estrategias, planes e infraestructura que sirva como medio para incrementar la eficiencia en el uso del agua potable. Entonces esta investigación se **Justifica** porque dará una respuesta factible y sustentable a la problemática del agua a nivel doméstico logrando un sistema que permita la reutilización de las aguas grises para su distribución hacia los tanques de los inodoros y sistemas de riego propuesta mediante biofiltros como tecnología alternativa para lograr a través de procesos naturales, purificar las aguas grises y

que estas a su vez puedan ser reutilizadas en los inodoros.

Marco Teórico

Agua Potable

Agua potable es la que se puede beber sin riesgo para nuestra salud. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) el agua tiene que “cumplir los siguientes requisitos para ser potable, no debe tener contaminantes de ningún tipo, ya que pueden afectar el organismo, debe tener un equilibrio adecuada de gases y sales disueltas, tiene que ser incolora, inodora y de sabor agradable”.

Medidor. Elemento que registra el volumen de agua que pasa a través de él, según la norma OS.050 redes de distribución de agua para consumo humano.

Límites Máximos Permisibles Referenciales de los Parámetros de Calidad del Agua Potable.

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) como organismo regulador que contribuye al acceso y a la calidad de los servicios de agua potable y alcantarillado menciona:

En cuanto a los parámetros, la SUNASS, ha establecido estándares referenciales para las EPS, los cuales, a su vez, están basados en el Reglamento de Requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que Deben Reunir las Aguas de Bebida para Ser Consideradas Potables y en las guías de la OMS, los cuales se usan como valores referenciales para evaluar el cumplimiento de la directiva sobre control de calidad del agua. (SUNASS, 2004, pág. 44).

Tabla 1

Parámetros de Calidad del Agua Potable.

Parámetro	LMP ref.	Referencias
Coliformes totales, UFC/100 mL	0 (ausencia)	1
Coliformes termotolerantes, UFC/100 mL	0 (ausencia)	1
Bacterias heterotróficas, UFC/mL	500	1
pH	6,5-8,5	1
Turbiedad, UNT	5	1
Conductividad, 25 °C μ S/cm	1.500	3
Color, UCV-Pt-Co	20	2
Cloruros, mg/L	250	2
Sulfatos, mg/L	250	2
Dureza, mg/L	500	3
Nitratos, mg NO ₃ - /L	50	1
Hierro, mg/L	0,3	0,3 (Fe + Mn = 0,5) 2
Manganeso, mg/L	0,2	0,2 (Fe + Mn = 0,5) 2
Aluminio, mg/L	0,2	1
Cobre, mg/L	3	2
Plomo, mg/L	0,1	2
Cadmio, mg/L	0,003	1
Arsénico, mg/L	0,1	2
Mercurio, mg/L	0,001	1
Cromo, mg/L	0,05	1
Flúor, mg/L	2	2
Selenio, mg/L	0,05	2

Fuente: SUNASS

Generalidades del Suministro de Agua en Perú

El uso eficiente del agua potable en el hogar es fundamental para el bienestar de las personas, por ello implementar buenas prácticas para su uso responsable es esencial dentro de cualquier comunidad. Según lo señalado por la OMS, el consumo promedio de agua

potable per cápita debería ser de 100 litros diarios para atender las necesidades tanto de alimentación como de higiene. En Perú, la norma (OS.100, 2022) “Consideraciones Básicas de Diseño e Infraestructura Sanitaria”, establece que la dotación de agua potable por habitante para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardines u otros fines, debe cumplir con lo indicado en la tabla 2:

Tabla 2

Dotación de Agua Potable.

Tipo	Clima	Dotación (lts/hab/día)
Para sistemas con conexiones domiciliarias	Clima frío. Clima templado o cálido.	180 - 220
Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m ²	Clima frío. Clima templado o cálido.	120 - 150
Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas.	Clima frío. Clima templado o cálido.	30 y 50 30 y 50
Para habilitaciones tipo industrial.	Clima frío. Clima templado o cálido.	Debe determinarse de acuerdo con el uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.
Para habilitaciones tipo comercial.	Clima frío. Clima templado o cálido.	Se aplicará la norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

Fuente: Norma OS.100 Consideraciones Básicas de Diseño e Infraestructura Sanitaria

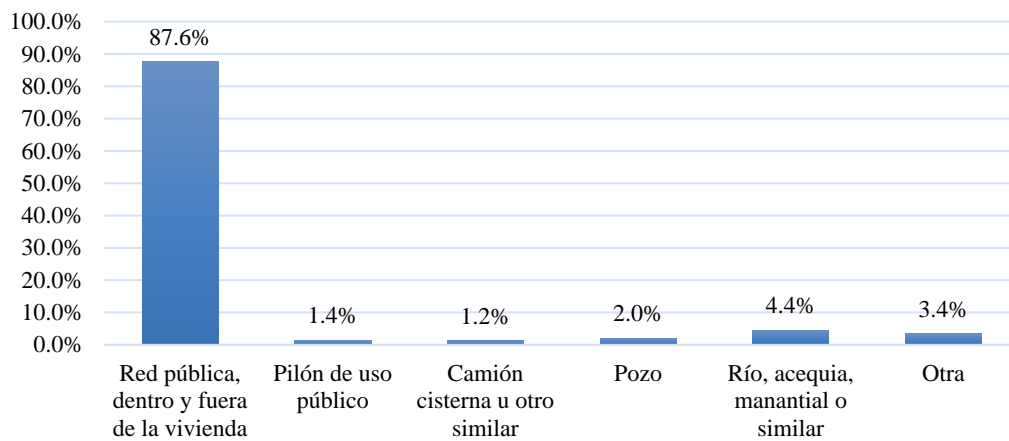
En cuanto a la forma de abastecimiento de agua potable, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2020) determino:

Que cerca del 87,6% de los hogares del país contaban con abastecimiento de agua para consumo humano por red pública (82,7% dentro de la vivienda y 4,9% fuera de

la vivienda, pero dentro del edificio); el 4,4% se abastecían con agua de río, acequia, manantial o similar; y 8,0% contaban con otra forma de abastecimiento (pilón de uso público, camión cisterna u otro similar, pozo u otra forma), tal como se puede observar a continuación.

Figura 2

Perú: Formas de abastecimiento de agua 2020 (porcentaje respecto al total de los hogares)



Fuente: INEI, 2020.

Aguas Residuales

Para la Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2014, pág. 6):

Las aguas residuales son aquellas provenientes del sistema de abastecimiento de agua de una población, cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado, estas son los resultados de la combinación de residuos líquidos y residuos sólidos, transportado por el agua

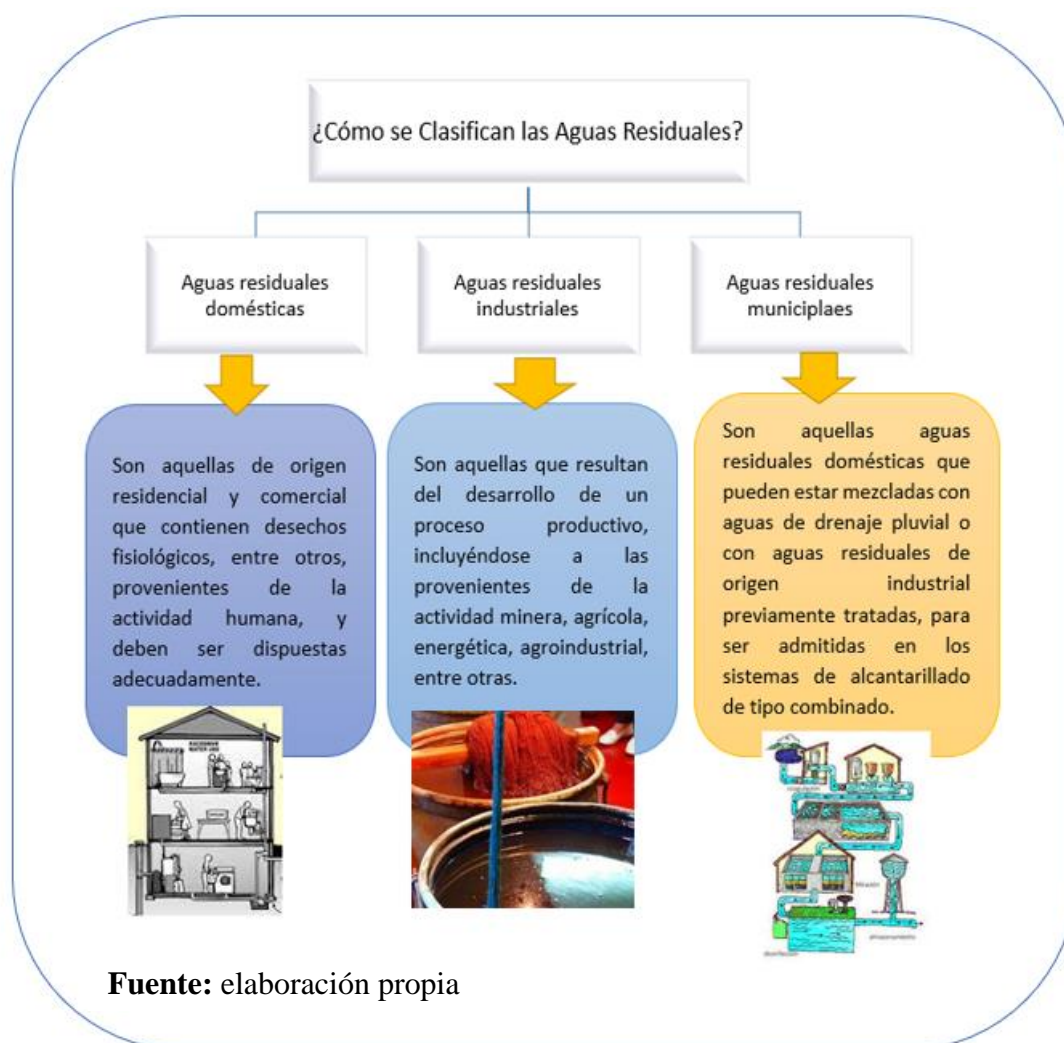
que proviene bien sea de residencias, oficinas, edificios, escuelas, hospitales, entre otras, las que pueden contener grasas, detergentes, materia orgánica, residuos industriales, agro ganaderos, sustancias tóxicas, entre otros contaminantes.

Clasificación de las Aguas Residuales.

Según la OEFA (2014) las aguas residuales se pueden clasificar según su origen en domésticas, industriales o municipales.

Figura 3

Clasificación de las Aguas Residuales según OEFA (2014).



Como se puede observar en la clasificación anterior las aguas residuales domésticas son las que tienen un mayor grado de factibilidad para ser tratadas y reutilizadas debido a su menor nivel de contaminación. Estas se subdividen en dos categorías, aguas negras y aguas grises.

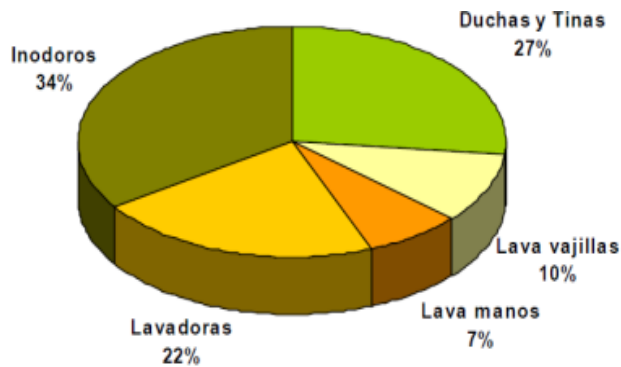
Aguas Grises

A diferencia de las aguas negras que transportan sustancias residuales procedentes del excusado (heces fecales y orina), “las aguas grises son aquellas que provienen de las duchas, lavabos, tinas y lavadoras, y que en la mayoría de los casos contienen presencia de cabello, jabón, grasa, restos de alimentos, materia orgánica y otros contaminantes” (Mellado, 2005), pero con un bajo nivel de contaminantes debido a que han sido ligeramente utilizadas, y su tratamiento es menos complejo para ser reutilizadas. Estas son un potencial recurso, porque, una vez recicladas pueden ser utilizadas para diferentes tareas como riego de jardines, uso en inodoros, limpieza de pavimento, construcciones, agricultura entre otros, dependiendo de la normativa de cada país.

En la figura 4 nos muestra las aguas residuales domésticas (aguas negras y grises) según el estudio realizado por (Franco, 2007).

Figura 4

Distribución de aguas residuales producidas en una vivienda en los aparatos sanitarios.

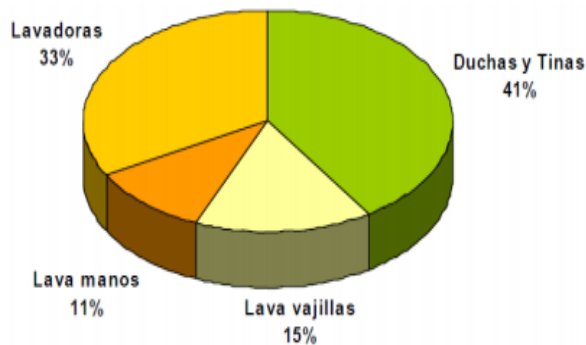


Fuente: Franco (2007)

Por otro lado, (Franco, 2007), señala que “las aguas grises son mayormente producidas por la ducha, tinas y lavadora con un equivalente del 74 % del agua gris producida en una vivienda”. Como se puede evidenciar en la siguiente figura 5.

Figura 5

Distribución de aguas grises producidas en una vivienda.



Fuente: Franco (2007)

Caracterización del Agua Gris.

“La reutilización de las aguas grises, minimiza la necesidad de consumo de agua potable dándole un mejor uso lo que implica un ahorro tanto económico, como de recursos

derivados del proceso de potabilización” (Rivadavia, 2017). Para ello es necesario conocer cuáles son las características físico-químicas del agua gris y su potencial uso humano.

Estas aguas “modificadas por actividades humanas” (OEFA, 2014) presentan diversos compuestos en función de su procedencia como pesticidas, tensoactivos, fenoles, aceites y grasas, metales pesados, entre otros. La composición específica de un agua determinada influye en propiedades físicas tales como densidad, tensión de vapor, viscosidad, conductividad, y otras.

Estas pueden estar presentes dependiendo de su origen como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Sustancias más Comunes Presentes en las Aguas Grises.

Origen	Contenido	Observaciones
Ducha / tina	Jabón, shampoo, grasas y bacterias	-
Lavadero / lavadora	Altas concentraciones de detergentes y químicos como el cloro, pelusa etc.	El lavado de pañales puede elevar el nivel de patógenos
Lavabos	Jabones, pasta de dientes y otros productos de higiene	

Fuente: (Niño & Martínez, 2013)

Dichas sustancias se pueden clasificar dependiendo de sus propiedades, físicas, químicas (orgánicas, inorgánicas, y gases) y biológicas, para lo cual, y según algunos autores se presenta en las tablas 4, 5 y 6, los parámetros de control de las aguas residuales, así como su procedencia.

Tabla 4

Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de las Aguas Grises.

Propiedades	Características	Procedencia
Físicas	Color	Aguas residuales domésticas e industriales degradación natural de materia orgánica.
	Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales.
	Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo infiltración y conexiones incontroladas.
	Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales.

Fuente: Adaptación de (Minsa, 2011); (Muñoz, 2008); (Kestler, 2004)

Tabla 5

Propiedades Químicas de las Aguas Grises.

Propiedades	Características	Procedencia
<i>Orgánicas</i>		
	Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
	Grasas animales, aceites	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales y grasa.
	Pesticidas	Residuos agrícolas.
	Fenoles	Vertidos industriales.
Químicas	Proteínas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
	Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
	Agentes tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
	Compuestos orgánicos volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
<i>Inorgánicas</i>		

Propiedades	Características	Procedencia
Químicas	Otros	Degradación natural de materia orgánica.
	Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea.
	Cloruros	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea.
	Metales pesados	Vertidos industriales.
	Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas.
	PH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
	Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales; aguas de Escorrentía.
	Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
	Azufre	Agua de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales.
	<i>Gases</i>	
	Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos.
	Metano	Descomposición de residuos domésticos.
	Oxígeno	Agua de suministro; infiltración de agua superficial.

Fuente: Adaptación de (Minsa,2011); (Muñoz,2008); (Kestler,2004)

Tabla 6

Propiedades Biológicas de las Aguas Grises.

Propiedades	Características	Procedencia
Biológicos	Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento.

Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento.
Protistas	Eubacterias Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento. Arqueobacterias Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Virus	Aguas residuales domésticas.

Fuente: Adaptación de (Minsa,2011); (Muñoz,2008); (Kestler,2004)

Por su parte, Niño & Martínez (2013) en su investigación mostraron que las “concentraciones normales para los parámetros de calidad de las aguas grises crudas domésticas combinadas de duchas, lavamanos, lavadora, lavadero y lavaplatos” son las mostradas en la tabla 7:

Tabla 7

Parámetros de Calidad Típico de las Aguas Grises.

Parámetro	Und.	Concentración	Parámetro	Und.	Concentración
Aluminio	g/L	0.01 – 0.5	Alcalinidad total	mg/L	12 – 35
Arsénico	g/L	< 0.01	Solidos totales	mg/L	20 – 126
Plomo	g/L	1.0 – 1.31	Solidos suspendidos totales	mg/L	25 – 183
Bario	g/L	< 1	Solidos suspendidos volátiles	mg/L	28 – 87
Hierro	g/L	0.1 – 0.4	Conductividad	µS/cm	82 – 1845
Calcio	g/L	0.1 – 1.4	Fosforo total	mg/L	0.1 – 2.0
Cadmio	g/L	< 0.03	Sulfatos	mg/L	83 - 160
Cromo total	g/L	< 0.05	Cloruros	mg/L	20 – 30
Plata	g/L	< 0.05	pH (potencial de hidrógeno)	mg/L	6.3 – 8.1

Parámetro	Und.	Concentración	Parámetro	Und.	Concentración
Molibdeno	g/L	0.2 – 0.5	NTK(nitrógeno)	mg/L	1.7 – 34.3
Cobre	g/L	0.01 – 0.5	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	47 – 466
Níquel	g/L	< 0.05	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	100 – 700
Manganeso	g/L	0.01 – 0.5	Grasas y aceites (FOG)	mg/L	7 – 230
Sodio	g/L	68 – 93	Coliformes fecales	CFU /100 ml	0.1 – 15x10 ⁸
Potasio	g/L	0.8 – 3	Coliformes totales	CFU /100 ml	56 – 8.03x10 ⁷
Magnesio	g/L	0.4 – 5.0	Escherichia coli (bacteria)	CFU /100 ml	0 – 2.51x10 ⁷
Zinc	g/L	0.1 – 0.5	Sufactantes (sustancias activas al azul de metileno – MABs)	mg/L	45 - 170
Turbidez	TU	29 – 375			

Fuente: Adaptación de Hypes (1974), Al-Jayyousi (2003), March, Gual & Orozco (2004), Li, Wichmann & Otterpohl (2009), Al-Hamaiedeh & Bino (2010), Hocaoglu, Insel, UbayCokgor & Baban (2010), tomado de Niño y Martínez (2008).

Requerimientos del Agua Gris Tratada Para Llenado de Tanque de Inodoro.

Para determinar los parámetros de calidad del agua gris tratada, se utilizó como referencia el Decreto Supremo D.S. N° 004-2017-MINAM emitido por el Ministerio del Ambiente el 07 de junio de 2017, donde se aprueban los estándares nacionales para la calidad ambiental del agua. El mismo dicta las normas de calidad que se deberán cumplir para el consumo indicando los límites máximos permisibles de las sustancias y/o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, y que no representen riesgos para la

salud ni el ambiente. El documento considera cuatro categorías para el uso y consumo del agua las cuales se muestran en la tabla 8:

Tabla 8

Categorías y Subcategorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Categoría	Descripción	Subcategoría	Descripción
Categoría 1: Poblacional y recreacional	Categoría 1-A Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	A1	Agua que puede ser potabilizada con desinfección
		A2	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional
		A3	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento avanzado
	Categoría 1-B Aguas superficiales destinadas a recreación	B1	Contacto primario
B2		Contacto secundario	
Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Agua de mar	C1	Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras
		C2	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras
		C3	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras
	Agua continental	C4	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	Parámetros para riego de vegetales	D1	Riego de cultivos de tallo alto y bajo
	Parámetros para bebida de animales	D2	Bebida de animales
Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático	cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles	E1	Lagunas y lagos
		E2: Ríos	Ríos de costa y sierra
			Ríos de selva
		E3: Ecosistemas marino costeras	Estuarios
Marinos			

Fuente: (MINAM, 2017).

Este trabajo se realizó considerando la subcategoría “B2: Contacto secundario” que según Decreto Supremo N° 004-2017-MINAN aprobó Estándares de Calidad Ambiental para el Agua con el claro objetivo de proteger la salud de las personas y el ambiente. La

selección de esta subcategoría se basó en que es un agua que admite contacto humano casual es decir solo en casos que exista fallas en las instalaciones, sin embargo, este contacto será superficial y no incluye fines como alimentación o higiene personal.

A continuación, se muestra la tabla 9 donde se describen las características físicas, químico y biológicas permisibles para esta selección del tipo de agua:

Tabla 9

Estándares Nacionales de Calidad del Agua Categoría 1 "Población Recreacional".

Subcategoría B: Aguas Superficiales destinadas para Recreación tipo B2: "Contacto Secundario"

Parámetro	Unidad	Valor
<i>Físico y Químicos</i>		
Cianuro libre	mg/L	0.022
Color	verdadero escala Pt/Co	Sin cambio normal
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	10
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	Ausencia de espuma persistente
Oxígeno disuelto	mg/L	>=4
<i>Inorgánicos</i>		
Plata	mg/L	0.05
Uranio	mg/L	0.02
Vanadio	mg/L	0.1
<i>Microbiológicos</i>		

Parámetro	Unidad	Valor
Coliformes termo tolerantes	NMP/100 ml	1000
<i>Escherichia coli</i> (Bacteria)	Organismo/Litro	Ausencia
<i>Giardia duodenalis</i> (protozoo flagelado)	Organismo/Litro	Ausencia
<i>Vibrio cholerae</i> (Bacteria en forma de bastón)	Organismo/Litro	Ausencia

Fuente: (MINAM, 2017).

Conceptualización del Sistema de Reutilización de Aguas Grises

Para la reutilización del agua gris con propósitos sanitarios (llenado del tanque del inodoro), será necesario:

- Seleccionar los elementos productores de agua gris dentro de la vivienda provisora.
- Diseñar una nueva red de tuberías para la recolección de este tipo de agua residual doméstica, separándola de las aguas negras para conducirlo al tratamiento.
- Diseñar la ubicación de los elementos del sistema de tratamiento de aguas grises.
- Diseñar una red de tubería para el suministro del agua tratada a su destino final, tanque de inodoro de la vivienda contribuida.

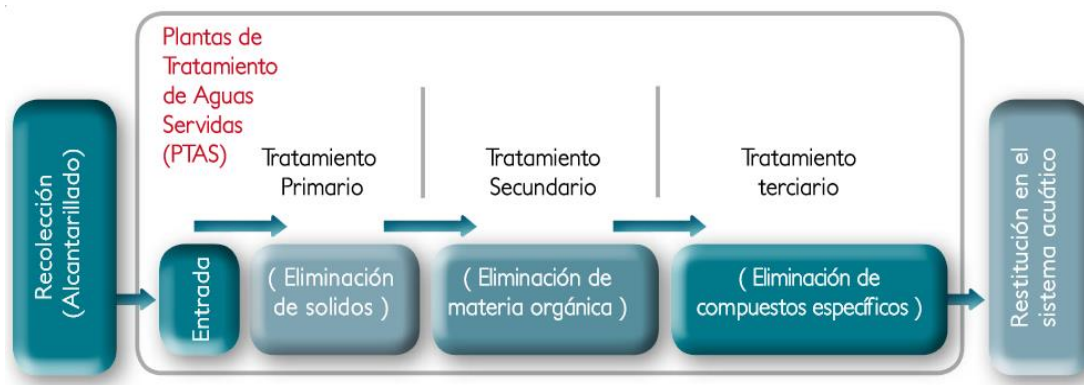
Con respecto al agua gris a considerar para el sistema la misma es la proveniente de lavabos, duchas y lavadero de ropa de las viviendas provisoras.

Para el sistema de acondicionamiento de agua se empleo como guía la normativa OS.090 “Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales” la cual considera las siguientes etapas de tratamiento:

- **Pretratamiento:** consiste en la remoción física de objetos grandes.
- **Tratamiento preliminar avanzado:** consiste en un nivel superior al tratamiento preliminar, que utiliza mecanismos físicos de cribado fino o tamizado fino, usando mallas o mili tamices con aberturas que varían de 0.25 mm hasta 6,00 mm. Cuyo objetivo es acondicionar el agua residual retirando sólidos de tamaño superior a la abertura de la malla o mili tamiz y van precedidos de cribas, desarenadores y separadores de grasas y aceites. Para fines de evaluación de procesos de tratamiento de aguas residuales, el tratamiento preliminar avanzado es equivalente al tratamiento primario respecto a la remoción de microorganismos (Norma OS.090)
 - **Tratamiento primario:** o conocido como tratamiento mecánico (trampa grasa), es decir en esta etapa se da un proceso de asentamiento de los sólidos por gravedad y contaminantes adheridos, como aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos.
 - **Tratamiento secundario:** (digestión biológica de sólidos flotantes y sedimentados) en esta fase se degrada el contenido biológico residual generados por el hombre como residuos de comida, jabones detergentes entre otros. Es decir que en esta parte del sistema llamado humedal artificial o Biofiltro se da la interacción de materia orgánica, microorganismos y raíces de las plantas acuáticas, bajando de esta manera la concentración de contaminates presentes en el afluente, reduciendo significativamente la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).

Figura 6

Esquema general de tratamiento de aguas servidas.



Fuente: (Araya, Pesante, Vera, & Vidal, 2014).

El sistema diseñado para este trabajo de investigación cuenta con una etapa de tratamiento primario, seguido de una etapa de tratamiento secundario.

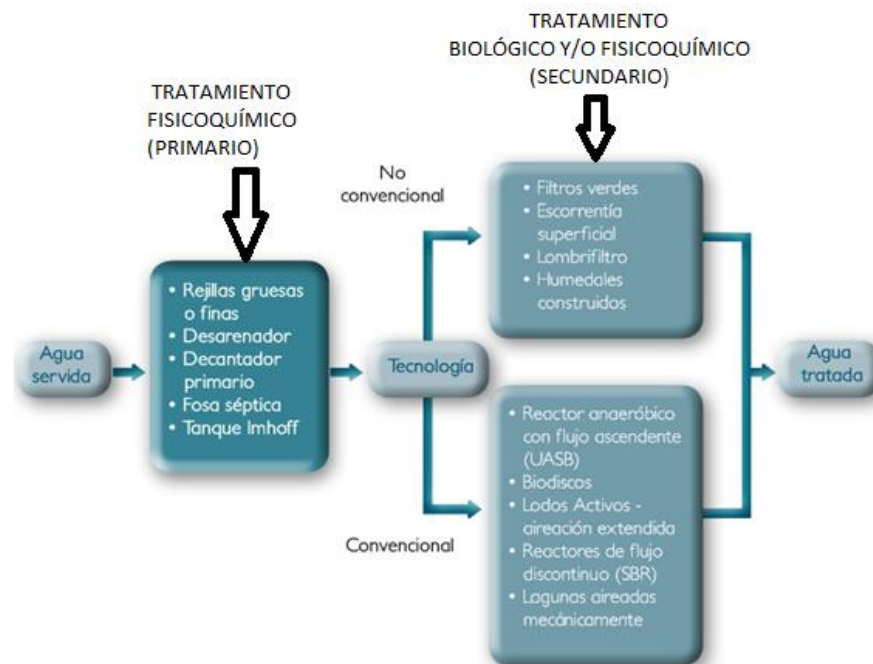
Dado que el uso del agua es solo para el llenado de tanques de inodoros, y bajo ninguna circunstancia es empleada para fines de alimentación, higiene personal, riego, o disposición final en cuerpos de agua, el arreglo propuesto cumple con los requerimientos del Decreto Supremo D.S. N.º 004-2017-MINAM. Adicionalmente, la disposición final de estas aguas tratadas es al sistema de aguas negras existente (luego del llenado del tanque del inodoro), el cual es apto para recibir este líquido luego de su tratamiento y posterior uso.

Opciones Tecnológicas Para el Tratamiento Secundario de Aguas Grises

Existe una gama de tecnologías convencionales y no convencionales que podrán ser aplicadas dependiendo de la utilidad que se le va a dar a las aguas residuales, así como a las particularidades del entorno. La figura 7 muestra de manera esquematiza los tipos principales de tecnologías convencionales y no convencionales.

Figura 7

Tecnologías de tratamiento aplicadas en una secuencia de tratamiento de aguas servidas en el sector rural.



Fuente: adaptación de (Vera, 2012) tomado de (Araya, Pesante, Vera, & Vidal, 2014).

Para este trabajo de investigación se utilizó la tecnología no convencionales debido a su bajo costo, fácil instalación, mantenimiento, bajo nivel de contaminantes y de producción de elementos orgánicos (Rodríguez, 2012). La opción tecnológica considerada fue:

Humedal Artificial o Biofiltros. Son sistemas de tratamiento constituidos por lagunas o canales poco profundos (de menos de 1 m), impermeabilizados y plantados con especies vegetales propias de zonas húmedas, como la caña (*Phragmites australis*), totora (*schoenoplectus californicus*) y junco (*typha angustifolia*). También pueden ser utilizadas plantas ornamentales como la cala (*zantedeschia aethiopica*) y lirios (*iris spp*), entre otras.

En estos sistemas, el tratamiento de las aguas grises se produce mediante la interacción entre agua, sustrato sólido, microorganismos y la vegetación.

Tabla 10

Opción Tecnológica no Convencional Considerada.

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Humedales artificiales o biofiltros	<p>Buena eficiencia de eliminación de materia orgánica (30- 95%) y nitrógeno (20 – 60%).</p> <p>Gastos de operación y de mantenimiento bajos, ya que, no se utiliza maquinaria sofisticada, ni se requieren profesionales especializados o aportes de reactivos químicos.</p> <p>Nulo consumo energético.</p> <p>Fácil operación y mantención, ya que, son mínimos los requerimientos de equipos y de capacitación de los operadores.</p> <p>Poseen valor estético, pudiendo ser utilizados como zonas verdes y de recreación pasiva.</p> <p>Sirven de hábitat para la vida silvestre</p>	<p>Requieren una superficie superior a la requerida por las tecnologías convencionales (entre 20 y 80 veces superior).</p> <p>Larga puesta en marcha. Desde algunos meses o un año en sistemas con flujo subsuperficial hasta varios años en sistemas con flujo superficial.</p> <p>Pocos o ningún factor de control durante la operación.</p> <p>Necesidad de realizar un tratamiento primario previo a la aplicación en la unidad de humedal construido.</p> <p>Contenido elevado en determinados contaminantes, como por ejemplo grasas y aceites y aportes continuados de sólidos finos.</p>

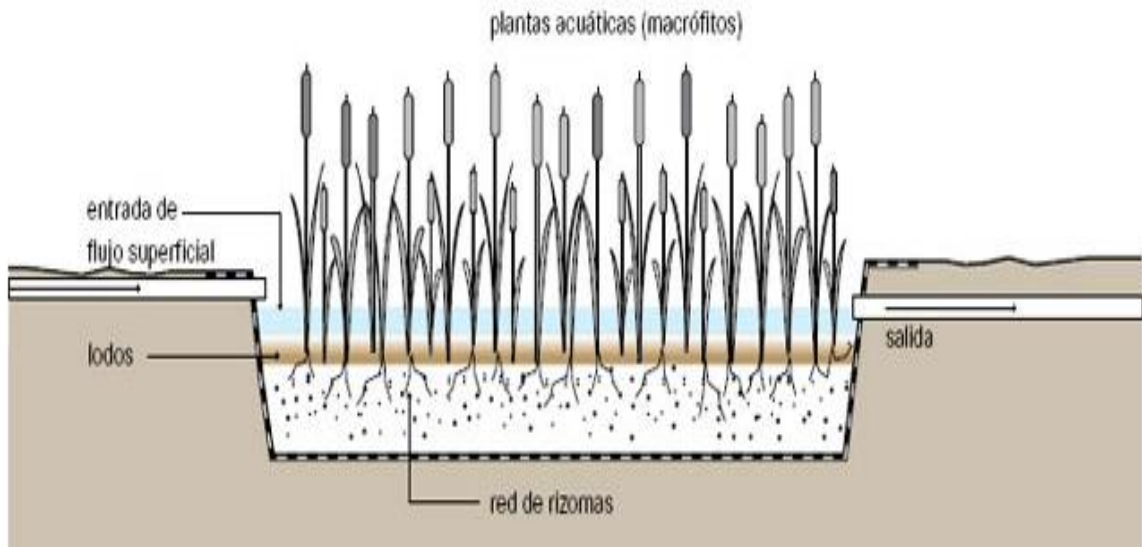
Fuente: (Vera, 2012).

Los Humedales Artificiales o Biofiltro, cumple con los requerimientos particulares de esta investigación para el acondicionamiento de las aguas grises.

El tipo de humedal artificial a ser empleado en el sistema de reutilización de aguas grises fue del tipo horizontal de flujo libre.

Figura 8

Biofiltro horizontal de flujo libre o superficial.



Fuente: (Water and Sanitation program (WSP), 2006)

Diseño del Sistema de Tratamiento de Reutilización de Aguas Grises.

Cálculo de Caudal de Aguas Residuales y Grises de una Vivienda

Ecuación 1: Cálculo del caudal de aguas residuales de la vivienda.

$$Q_{AR} = N * C_A * C \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde,

Q_{AR} : Caudal de aguas residuales.

N : Número de habitantes de la vivienda.

C_A : Consumo de agua potable.

C : Coeficiente de retorno.

Ecuación 2: Cálculo del caudal de aguas grises de la vivienda.

$$Q_{AG} = Q_{AR} * C_{AN} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde,

Q_{AG} : Caudal de aguas grises.

Q_{AR} : Caudal de aguas residuales.

C_{AN} : Coeficiente de aguas grises.

Ecuación 3: Caudal de aguas grises que ingresa al sistema de tratamiento.

Ec. (3)

$$Q_{AGT} = Q_{AG} * C_{AGT}$$

Donde,

Q_{AGT} : Caudal de aguas grises que ingresa al sistema de tratamiento.

Q_{AG} : Caudal de aguas grises.

C_{AGT} : Coeficiente de aguas grises para tratamiento.

Cálculo del Tratamiento Primario – Trampa grasa

Ecuación 4: Fórmula para calcular el volumen de la trampa grasas.

Ec. (4)

$$V_{TP} = L * A * P$$

Donde,

V_{TP} : Volumen de la trampa de grasa.

L : Longitud de la trampa de grasa.

A : Ancho de la trampa grasa.

P : Profundidad de la trampa grasa.

Ecuación 5: Volumen de la trampa grasa con proporción largo: ancho 2:1.

Ec. (5)

$$V_{TP} = 2A * A * P$$

Ecuación 6: Ancho de la trampa grasa.

Ec. (6)

$$A = \sqrt{(V_{TP}/2 * P)}$$

Cálculo de Sistema de Tratamiento Secundario - Biofiltro.

El diseño del humedal artificial se realizará en dos etapas. En la primera se desarrollo el cálculo biológico para determinar la superficie del biofiltro en función del contaminante a controlar y la segunda para el cálculo hidráulico con el cual se determinará la geometría.

Cálculo Biológico Para Controlar la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

Para el dimensionamiento de la superficie se cálculo la disminución de la concentración de DBO₅, empleando las relaciones básicas asociadas a las de un reactor de flujo de pistón, dado que los humedales artificiales son considerados como reactores biológicos (García & Corzo, 2008)

Ecuación 7: *Fórmula para Calcular de la Superficie del biofiltro.*

$$A_s = \frac{Q * \ln(Co/Ce)}{K_T * d * n} \quad \text{Ec. (7)}$$

Donde,

As: Superficie del biofiltro.

Q: Caudal promedio a través del biofiltro.

Co: Concentración de contaminante en el afluente.

Ce: Concentración de contaminante en el efluente.

K_T: Constante de velocidad. de 1° orden dependiente de la temperatura.

d: Profundidad del agua en el estanque.

n: Porosidad.

En este sentido, fue necesario calcular previamente la constante de la velocidad de primer orden dependiente de la temperatura a través de la fórmula:

Ecuación 8: *Constante de veloc. de 1° orden dependiente de la temp., d⁻¹ (K_T).*

$$K_T = K_{20} * \theta^{(T - Tr)} \quad \text{Ec. (8)}$$

Donde,

K₂₀: Constante de velocidad a 20 °C.

θ : Coeficiente de temperatura.

T_r : Temperatura de referencia.

T : Temperatura promedio.

Para el dimensionamiento se considerarán los siguientes criterios:

Tabla 11

Criterios Típicos Para Cálculo de Humedales Artificiales de Flujo Superficial.

Parámetro	Unidad	Valor
Constante de velocidad (d^{-1}) (K_{20})		0,678
Coeficiente de temperatura (θ)		1,06
Temperatura de referencia (T_r)	$^{\circ}C$	20
Porosidad (n)		0,8
Profundidad de diseño del agua en el sistema (d)	M	0,06 – 0,45
Relación largo: ancho L: W		1:1, 2:1 ó 4:1
Reducción de DBO_5 trampa de grasa	%	20 – 30
Reducción de DQO trampa de grasa	%	20 – 30
Reducción de SST trampa de grasa	%	50 – 60
Pendiente del biofiltro (S)		0,02
Conductividad hidráulica de un área unidad del humedal perpendicular a la dirección del flujo (K_s) arena gruesa.	$m^3 /m^2.d$	100 – 1000

Fuente: Adaptación de (Tchobanoglous & Crites, 2000); citado por (García & Corzo, 2008)

Por otro lado, los datos utilizados para el cálculo serán los mostrados en la tabla.

Tabla 12

Parámetros Para el Cálculo del Biofiltro.

Parámetro	Unidad	Sensibilidad1	Sensibilidad2	Sensibilidad3
		Valor	Valor	Valor
Caudal	m ³ /d	Q	Q	Q
Temperatura	°C	18	18	18
Ph	mg/L	7	7	7
SST	mg/L	104	104	104
DBO ₅ afluente (Co)	mg/L	23,5	104,75	233
DBO ₅ efluente (Ce)	mg/L	10	10	10

Fuente: Elaboración propia

Cálculo Hidráulico. Para este cálculo se aplicó la ecuación de la Ley de Darcy que describe un régimen de caudal a través de un medio poroso como los presentes en los humedales artificiales (García & Corzo, 2008):

Ecuación 9: Ecuación de la Ley de Darcy.

$$Q = K_s * A_c * S \quad \text{Ec. (9)}$$

Donde,

Q: Caudal promedio a través del biofiltro (m³/d)

K_s: Conductividad hidráulica de un área unidad del humedal perpendicular a la dirección del flujo (m³/m². d) arena gruesa.

A_c: Área de la sección transversal

S: Pendiente del lecho

A partir de la ecuación N°9 se despeja A_c (área de la sección transversal del biofiltro), para reemplazar los valores del caudal, Conductividad hidráulica y pendiente.

Ecuación 10: Área de la sección transversal (A_c).

$$A_c = \frac{Q}{K_s * s} \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde,

A_c : Área de la sección transversal

Q : Caudal promedio a través del biofiltro (m^3/d)

K_s : Conductividad hidráulica de un área unidad del humedal perpendicular a la dirección del flujo ($m^3/m^2 \cdot d$) arena gruesa.

s : Pendiente del lecho

Una vez calculado el valor de A_c , se procedió a determinar el ancho y largo del biofiltro con las ecuaciones N°11 y N°12:

Ecuación 11: Cálculo del ancho del biofiltro.

$$W = \frac{A_c}{d} \quad \text{Ec. (11)}$$

Ecuación 12: Cálculo del largo del biofiltro.

$$L = \frac{A_s}{W} \quad \text{Ec. (12)}$$

Donde,

W : Ancho

L : Largo

d : Profundidad del agua en el estanque.

Cálculo de las dimensiones del Tanque de Almacenamiento.

El tanque de almacenamiento de aguas grises está en función del caudal de aguas grises que sale del Biofiltro (tratamiento secundario).

Cálculo Hidráulico. Para el cálculo hidráulico como primer paso se determinó el caudal de aguas grises que sale del sistema de tratamiento con la fórmula:

Ecuación 13: Caudal de agua gris tratada hacia inodoro.

$$Q = V * A = V * \pi * r^2 \quad \text{Ec. (13)}$$

Donde,

Q: Caudal de agua gris tratada hacia inodoro

V: Velocidad

A: Área

r: Radio

Para el cálculo del área se definió el diámetro de la tubería en función del servicio que es exclusivo para el llenado del tanque de inodoros. Se tomaron las consideraciones de la norma Técnica IS.010, “Instalaciones Sanitarias” que indica que la velocidad mínima y máxima.

Ecuación de Hazen y Williams. Se cálculo la pérdida de carga por fricción con la ecuación de Hazen y Williams en una tubería de PVC con un coeficiente C = 150 según norma IS.050, “Redes de distribución de agua para consumo humano”.

Ecuación 14: Pérdida de carga por fricción.

$$\text{Donde,} \quad J_F = \frac{10,674 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}} \quad \text{Ec. (14)}$$

J_F: Pérdida de carga de fricción.

L: Longitud de la tubería.

C: Coeficiente C de Hazen y Williams.

D: Diámetro del tubo.

Ecuación 15: *Fórmula para calcular la pérdida de carga de fricción localizada.*

$$\text{Donde, } J_K = \frac{K \cdot V^2}{2 \cdot g} \quad \text{Ec.} \quad (15)$$

J_K : Pérdida de carga de fricción localizada

K: Coeficiente de pérdidas singulares

V: Velocidad

g: Gravedad

Para efectos del cálculo se ha considerado K = 0,90 para codos de 90°, K = 0,24 para válvula de bola, y K = 0,24 para tee directa de derivación y K=2,50 para tee de derivación ramal.

Ecuación 16: *Cálculo de la pérdida de carga total del sistema (F).*

$$F = J_F + J_K \quad \text{Ec.} \quad (16)$$

Entonces, con la siguiente ecuación se muestra las pérdidas de carga total del sistema.

Ecuación 17: *Presión en el punto de alimentación del inodoro.*

$$P_{\text{USUARIO}} = H - F \quad \text{Ec.} \quad (17)$$

Donde,

P_{USUARIO} : Presión en el punto de alimentación del sistema

H: Altura de carga hidráulica estática disponible

F: Pérdida de carga total del sistema

Formulación del Problema

¿La implementación de un sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas contribuidas, optimizará el consumo de agua potable en el C.P.M. Puylucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022?

Objetivos

Objetivo General.

Implementar un sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas contribuidas, para optimizar el consumo de agua potable en el C.P.M. Puylucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.

Objetivos Específicos.

- Calcular el consumo de agua potable por vivienda por día.
- Determinar el caudal de aguas grises que ingresa al sistema de tratamiento.
- Realizar el cálculo de las dimensiones del biofiltro de las aguas grises.
- Calcular el presupuesto de la implementación del sistema de reutilización.
- Indicar procedimientos para operación y mantenimiento del sistema.
- Diseñar el sistema de reutilización de aguas grises.

Hipótesis

La implementación del sistema de reutilización de aguas grises domésticas en inodoros de 5 viviendas, optimizará en más del 35% el consumo del agua potable.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Tipo de Investigación

La presente investigación según su naturaleza es descriptiva y según su propósito es aplicada, por que busca explicar un fenómeno de interés, tal justificación está en concordancia con lo expuesto por (Méndez Á. C., 2003), donde indica que la investigación descriptiva utiliza criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura de los fenómenos en estudio, además ayuda a establecer comportamientos concretos con el manejo de técnicas de recolección de información.

Población y Muestra

La población se constituye por 83 viviendas del C.P.M. de Puyucana, Distrito de los Baños de Inca, Cajamarca, 2022.

La muestra es no probabilística y se constituye por cinco viviendas del C.P.M. de Puyucana, Distrito de los Baños de Inca, Cajamarca, 2022, con las siguientes características: del Área de Residencia Rural, tipo de vivienda independiente con medidor, con aparatos sanitarios convencionales, con aparatos sanitarios productores de aguas grises, las cuales fueron elegidas por conveniencia, de acuerdo a la predisposición de los miembros de las viviendas para participar del estudio.

Materiales, Instrumentos y Métodos

Materiales de Escritorio: papel, lapicero, borrador y Pc.

Materiales para la Implementación del Sistema: Tuberías de PVC, codos de PVC, tubo HDPE, tee de PVC, pegamento, cemento, ladrillo, plástico, arena gruesa, yeso y plantas acuáticas.

Herramientas: Pala, barreta, pico, manguera, wincha, nivel, plomada, cordel, badilejo, frotacho, carretilla, arco sierra y balde.

Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos

Técnica: Según (Tena Suck, 2000), “técnica es un arte, que no consiste solo en el análisis frío de los datos obtenidos, sino en una descripción sensible y detallada de estos”.


Para efectos de esta investigación y con el propósito de obtener los datos necesarios para cumplir con los objetivos de estudio, se utilizó la **técnica de la observación directa**. En este sentido, (Méndez, 2007), define la técnica de la observación como “aquella donde a través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea que luego organiza intelectualmente”. Es decir, en el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación.

Instrumento: Según (Sampieri, 2010), “Recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente”. Entre ellos tenemos a: cuestionarios, entrevistas, ficha de observación y registro de campo, las cuales permiten llevar un registro ordenado de los datos de observaciones más importantes de una investigación.

Para lograr los objetivos de la investigación, se utilizó como instrumento la ficha de registro mensual de consumo de agua potable a las viviendas provisoras en los meses de agosto, setiembre y octubre del 2022 y a las viviendas contribuidas en los meses de agosto, setiembre, octubre del 2022 sin sistema de reutilización, y los meses de enero, febrero, marzo de 2023 con sistema de reutilización, el cual está plasmado en una hoja de cálculo de Excel. Además la ficha fue validada por expertos de la Universidad Privada del Norte.

Tabla 13

Ficha de Registro de Consumo de Agua Potable por Vivienda.

	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
	TESIS:	“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M PuyLucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”		
	TESISTA:	Cristobal Cortez Cerquín		
	ASESORA:	Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez		
	FECHA:		N° FICHA:	
AFORO – MEDICIÓN DE VOLÚMENES				
Nombre del usuario: <input type="text"/>				
Número de vivienda <input type="text"/> Número de integrantes de la Familia <input type="text"/>				
DATOS DEL MEDIDOR:				
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN			CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN	
MESES: AGO, SET Y OCT. 2022			MESES: ENE, FEB Y MAR. 2023	
CÓDIGO DE MEDIDOR			CÓDIGO DE MEDIDOR	
LECTURA ACTUAL	FECHA:		LECTURA ACTUAL	FECHA:
LECTURA ANTERIOR	FECHA:		LECTURA ANTERIOR	FECHA:
CONSUMO(M3)			CONSUMO(M3)	
TARIFA: S/ .M3			TARIFA: S/ .M3	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.			IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.	

Fuente: Elaboración Propia.

Procedimiento de Recolección de Datos

Identificadas las 5 viviendas provisoras y las 5 viviendas contribuidas para el estudio, se procedió a examinar y extraer datos a la ficha de registro los consumo de agua potable en m³ y el importe en soles sin la implementación del sistema de reutilización de aguas grises correspondientes a los meses de agosto, septiembre y octubre de 2022, para determinar el consumo de agua potable litros/habitante/día. Además se realizó consultas de investigaciones, datos y estadísticas sobre el consumo de agua que genera la descarga el

inodoro, la ducha, lavamanos y lavadero de ropa, para determinar la cantidad de agua que se podría recolectar, tratar, almacenar, distribuir y consumir en los inodoros.

Procedimiento de Tratamiento y Análisis de Datos

Una vez obtenido los datos de consumo de agua potable de las 5 viviendas provisoras en m³ de los meses de agosto, septiembre y octubre de 2022, estos consumos se promediaron para realizar el cálculo de los caudales de aguas residuales y grises que genera cada vivienda provisoras, teniendo en cuenta el número de habitantes por vivienda provisoras, consumo de agua potable por habitante y el coeficiente de retorno de aguas residuales. Esto con el fin de determinar el caudal que ingresa al tratamiento primario y secundario, para luego abastecer a los inodoros de las viviendas contribuidas.

Tratamientos: Se consideró dos tratamientos primario y secundario.

Tratamiento Primario: se realizó el dimensionamiento de la **trampa de grasas**, según la Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural (UNATSABAR, 2003) y lo descrito en la normativa IS.020 “Tanques Sépticos”.

Tratamiento Secundario: Se realizó el dimensionamiento del biofiltro en dos etapas:

Primero: se realizó el cálculo biológico para controlar la demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) empleando las relaciones básicas asociadas a las de un reactor de flujo de pistón, dado que los humedales artificiales son considerados como reactores biológicos, determinando así, la **superficie del biofiltro**.

Segundo Se realizó el cálculo Hidráulico, aplicando la ecuación de la ley de Darcy para determinar la sección transversal, ancho y largo del biofiltro, las cuales están en función de los caudales de aguas grises de cada vivienda provisoras y parámetros establecidos por norma OS.090 “planta de tratamiento de aguas residuales”.

Almacenamiento del efluente, el agua que sale del biofiltro es almacenada en un tanque para distribuir a los inodoros de las viviendas contribuidas por gravedad, puesto que las condiciones topográficas lo permiten.

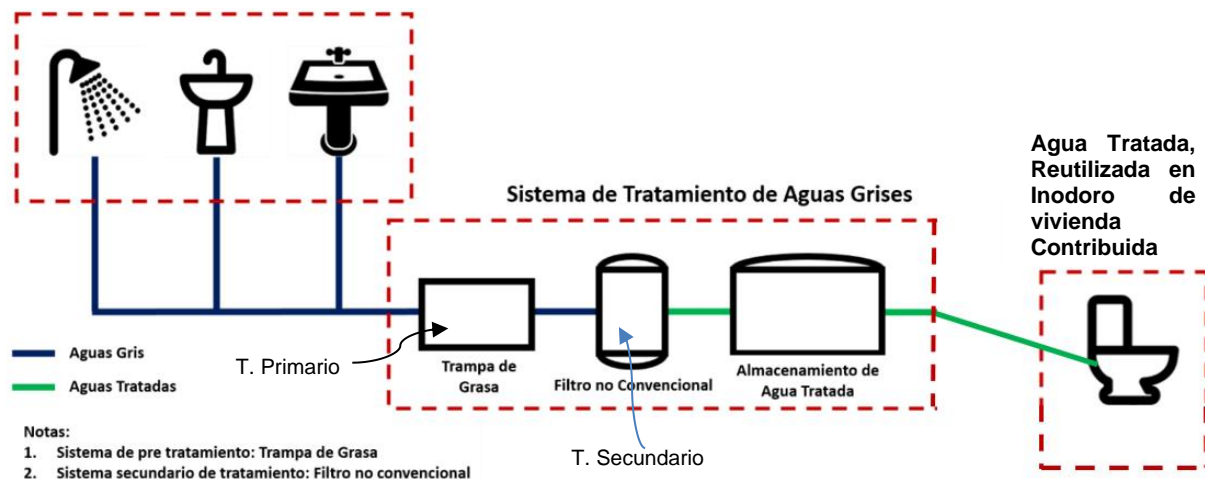
La Distribución de aguas grises del tanque de almacenamiento a los inodoros de las viviendas contribuidas, es mediante tubería es de ½” de diámetro puesto que el servicio es exclusivo para el llenado del tanque del inodoro, para esto se tomaron las consideraciones de la normativa IS.010, que indica que la velocidad mínima permitida es de 0,60 m/s y la máxima para el diámetro seleccionado es de 1,9 m/s.

El diseño del sistema de reutilización de aguas grises, se muestra en la figura 9:

Figura 9

Esquema del sistema de reutilización de aguas grises.

Agua de Ducha, Lavamanos y de Lavadero de Ropa de Vivienda Provisora.



Fuente: Elaboración propia

Una vez instalada a los inodoros de las viviendas contribuidas el agua gris tratada de las viviendas provisoras, se procedió a examinar y extraer datos a la ficha de registro los consumo de agua potable en m³ con la implementación del sistema de reutilización de aguas

grises correspondientes a los meses de enero, febrero y marzo del 2023, para determinar el consumo de agua potable litros/habitante/día, y así determinar el porcentaje de ahorro de agua potable.

Luego se procedió a calcular el presupuesto de la implementación del sistema de reutilización y ver si es un modelo viable económicamente y eficiente para reducir el consumo de agua en los hogares.

Finalmente se estableció los procedimientos para operación y mantenimiento del sistema y se analizan los resultados obtenidos para determinar si los elementos del sistema funcionan correctamente de acuerdo a lo calculado, posteriormente se determino cuál fue el ahorro de agua mensual.

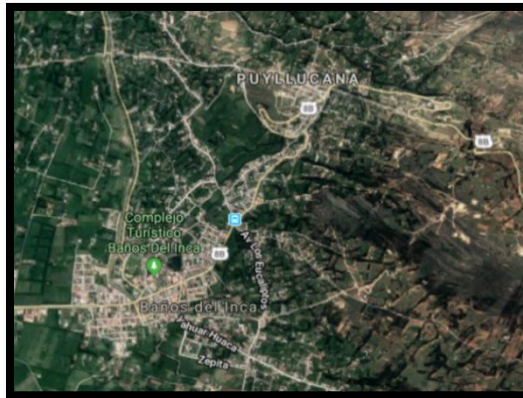
CAPÍTULO III: RESULTADOS

Descripción de las Viviendas Seleccionadas

Para la presente investigación fue seleccionada como objeto de estudio 5 viviendas provisoras y 5 viviendas contribuidas unifamiliares ubicadas en el centro poblado Puylucana distrito Baños del Inca, Cajamarca.

Figura 10

Ubicación satelital del centro poblado Puylucana mediante Google Earth.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Fotografía de las viviendas del Centro poblado Puylucana.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Características de las 5 Viviendas provisoras Seleccionada.

Categoría	V1J	V2R	V3JJ	V4E	V5M
Plantas	1	1	1	1	3
Área de construcción	1196 m ²	168 m ²	100 m ²	180 m ²	150 m ²
Baños	1	1	1	1	1
Inodoros	1	1	1	1	1
Lavabos	1	1	1	1	1
Urinario	0	1	0	0	2
Lavadero de ropa	1	1	1	1	1
Lavavajillas	1	1	1	1	1
Duchas	1	1	1	1	1
Habitantes	6	4	3	2	5

Fuente: Elaboración propia

Las viviendas provisoras cuentan con productores de aguas grises (lavabos, duchas, lavaderos).

Cada planta de las viviendas está estructurada de la siguiente manera:

Tabla 15

Distribución de los Ambientes y Productores de Aguas Grises de las Viviendas Provisoras.

Plantas	V1J	V2R	V3JJ	V4E	V5M
Primera planta	Baño	Baño	Baño	Baño	Baño
	Ducha	Estudio	Ducha	Sala	Estudio
	Sala	Dormitorios.	Sala	Cocina	
	Cocina	Ducha	Cocina	Dormitorio	
	Dormitorio	Lavadero de ropa.	Dormitorio	Lavadero de ropa.	
Segunda planta				En Construcción	cocina. Urinario.

Plantas	V1J	V2R	V3JJ	V4E	V5M
Tercera planta					Lavaplatos Dormitorios. Urinario. Ducha Lavad. de ropa.

Fuente: Elaboración propia

Diseño del Sistema de Tratamiento de las aguas grises de las Viviendas provisoras.

Cálculo del Caudal de Aguas Grises con Coeficiente de Retorno de Diseño

Para el cálculo del caudal de aguas grises se consideraron las siguientes premisas:

- El caudal de agua residual es un 80% (coeficiente de retorno C) del agua potable consumida según normativa OS.070 “Redes de Aguas Residuales” del RNE (2009)
- El caudal de agua potable consumida fue determinado en función de la cantidad de residentes de la vivienda multiplicada por el consumo diario de agua potable.
- El promedio de consumo de agua potable l/hab/día se calculó del recibo mensual de pagos registrados de los medidores de cada vivienda provisoras de los meses de agosto, setiembre y octubre del 2022, sin que se implemente el sistema de reutilización para conocer el caudal que ingresa al tratamiento.

Tabla 16

Consumo Promedio Diario de Agua Potable por Habitante de la vivienda provisoras.

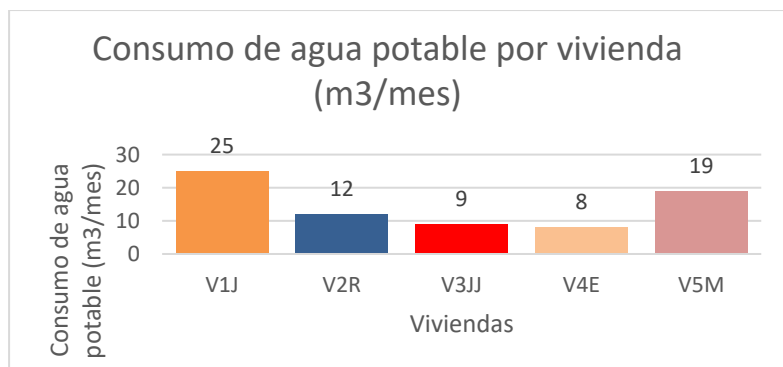
Viviendas Provisoras	Ago. (m ³ /mes)	Set. (m ³ /mes)	Oct. (m ³ /mes)	Consumo promedio (m ³ /mes)	Litros/mes	Nº Habitantes	Consumo (L/Hab/día)	Promedio (L/Hab/día)
V1J	23	25	27	25	25000	6	139	
V2R	11	14	11	12	12000	4	100	
V3JJ	11	7	9	9	9000	3	100	120
V4E	7	9	8	8	8000	2	133	
V5M	20	18	19	19	19000	5	127	

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los datos de la tabla son tomados de los recibos de pago mensual de los meses de agosto, setiembre y octubre del 2022, los cuales fueron promediados para calcular el consumo de L/h/d.

Figura 12

Consumo de agua potable de cinco viviendas provisoras. (Objetivo específico N°.1)

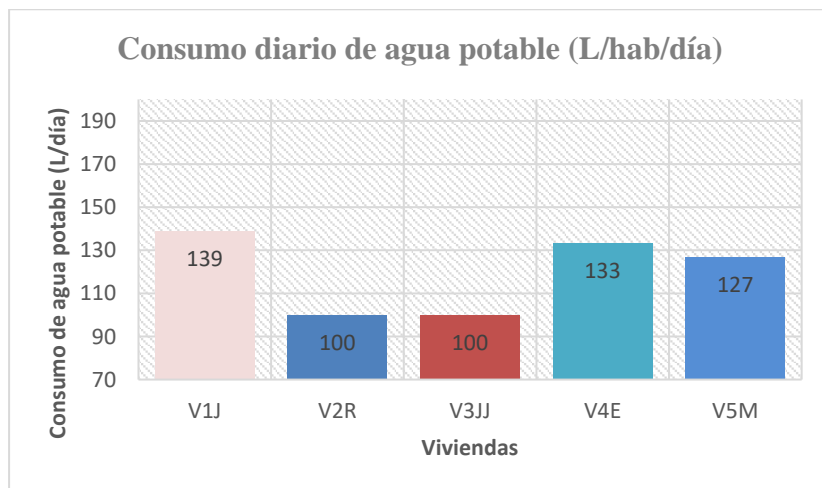


Fuente: Elaboración propia

Nota: Los datos del gráfico son tomados de los recibos de pago mensual.

Figura 13

Consumo diario de agua potable por integrantes de viviendas provisoras.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Los datos del gráfico son tomados de los recibos de pago mensual.

Tabla 17

Caudal de Aguas Grises de las Viviendas Provisoras que Ingresa al Sistema de Tratamiento.

(Objetivo específico N°.2)

Viviendas Provisoras	Cant. Integrantes	Consumo de agua potable por vivienda (L/H/D)	Coefficiente de Retorno	Distribución de Aguas Residuales Producidas en una Vivienda en Aparatos Sanitarios (%)		Distribución de Aguas Grises Producidas en una Vivienda (%)		Caudal de Aguas Grises que ingresa al Sistema de Tratamiento (L/D)		
V1J	6	139	0.8	Tinas Y Duchas	0.27	0.66	Lavadoras	0.33	0.85	374.3
V2R	4	100		Lava Vajillas	0.1		Duchas y tinas	0.41		179.5
V3JJ	3	100		Lava Mano	0.07		Lava manos	0.11		134.6
V4E	2	133		Lavadoras	0.22		Lava vajillas	0.15		119.4
V5M	5	127		Inodoro	0.34			0.15		285.0
Total	20 Integ.	2435	L/D/5Viviendas.					1092.8		
Referencias	Ficha de Registro	Ficha de Registro	OS.070 Redes de Aguas Residuales	Franco (2007)		Franco (2007)				

Fuente: Elaboración propia

Nota: Esta tabla muestra el consumo de agua potable de las 5 viviendas provisoras en un día (2435L) y la cantidad de agua gris recuperada en un día (1092.8L), permitiendo un 44% de ahorro de agua potable por día.

El 80%, 66% y 85% corresponden a coeficiente de retorno, coeficiente de aguas residuales y coeficiente de aguas grises en viviendas respectivamente.

El caudal de aguas grises que ingresa al sistema de tratamiento es de 1092,8 L por día, dato que fue necesario para calcular las dimensiones del Biofiltro (tratamiento secundario).

Cálculo del Tratamiento Primario – Trampa Grasa en Viviendas Provisoras

Según la Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural (UNATSABAR, 2003) y lo descrito en la normativa IS.020 “Tanques Sépticos”:

Capacidad mínima de la trampa de grasa 120 litros, según norma IS.020.

Profundidad mínima 0,8 metros.

Relación largo/ancho 2:1.

Las trampas de grasas puede ser construida de concreto.

La entrada es con un codo de 90° de 2 pulgadas de diámetro y la salida con una tee de 2 pulgadas de diámetro.

La diferencia entre la tubería de ingreso y la tubería de salida como mínimo debe ser de 5 cm.

Tabla 18

Valores Ajustados de las Dimensiones del Trampa Grasas en las 5 Viviendas provisoras.

VALOR	V1J	V2R	V3JJ	V4E	V5M
Ancho	0,3 m	0,3 m	0,3 m	0,3 m	0,3 m
Largo	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m
Profundidad	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La tabla 18 muestra las dimensiones del trampa grasa de cada viviendas provisoras.

Cálculo de Sistema de Tratamiento Secundario - Biofiltro

Cálculo Biológico para Controlar la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

Tabla 19

Cálculo Biológico y Cálculo Hidráulico del Tratamiento Secundario - Biofiltro.

Superficie del biofiltro.										Cálculo Hidráulico			Ecuación de la Ley de Darcy			Largo y ancho del Biofiltro		
										$A_s = \frac{Q * \ln(Co/Ce)}{K_T * d * n}$			$Q = K_s * A_c * S$			$A_c = \frac{Q}{K_s * s}$		
Viviendas	Q (m ³ /d)	Concentración de contaminante en el afluente.(Co)		Concentración de contaminante en el efluente.(Ce)	Profundidad del agua en el estanque. (d)	Porosidad (n)	Constante de la velocidad de primer orden dependiente de la temperatura, d-1. (K _T)	Superficie del biofiltro (A _{S1}) m ²	Superficie del biofiltro (A _{S2}) m ²	Superficie del biofiltro (A _{S3}) m ²	K _s : Conductividad hidráulica	S: Pendiente del lecho	Ác: Área de la sección transversal m ²	W = $\frac{A_c}{d}$ m	Largo del Biofiltro. $L = \frac{A_s}{W}$			
															L1(m)	L2(m)	L3(m)	
V1J	0.374	47 - 466 mg/L	23.5 mg/L	10 mg/L	0.45 m	0.8	K _T = 0,678*1,06 ⁽¹⁸⁻²⁰⁾	1.84	5.06	6.78	100	0.02	0.187	0.42	4.425	12.17	16.31	
V2R	0.180							0.088	2.43	3.25			0.090	0.20	4.425	12.17	16.31	
V3JJ	0.135							0.066	1.82	2.44			0.067	0.15	4.425	12.17	16.31	
V4E	0.119							0.059	1.61	2.16			0.060	0.13	4.425	12.17	16.31	
V5M	0.285							0.140	3.85	5.16			0.142	0.32	4.425	12.17	16.31	
Total	1.093							5.37	14.77	19.80			0.546	1.21	4.425	12.17	16.31	
Caudal de aguas grises que ingresa al sistema de tratamiento por vivienda.		Según Niño y Martines Parámetros de Calidad típica de las aguas grises DBO5		Se considero el 50% debido a la reducción de contaminantes en el Trampa Grasa		Según D.S.N° 004-2017 MINAM Categoría Poblacional Subcategoría B Recreación Tipo B2 Contacto Secundari					<table border="1"> <tr> <td>Sección Transversal Total del Biofiltro</td> <td>Ancho total de Biofiltro</td> <td>Largo total de Biofiltro</td> </tr> </table>			Sección Transversal Total del Biofiltro	Ancho total de Biofiltro	Largo total de Biofiltro		
Sección Transversal Total del Biofiltro	Ancho total de Biofiltro	Largo total de Biofiltro																
							<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">(Objetivo específico N°.3)</div>											

Fuente: Elaboración propia

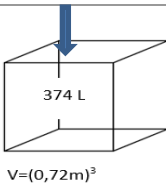
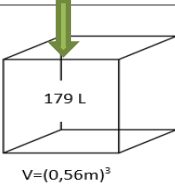
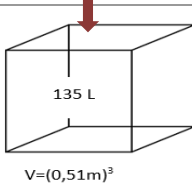
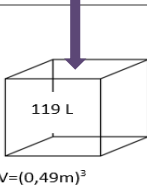
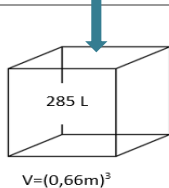
Nota: En la tabla se muestra el Caudal de aguas grises de las 5 viviendas provisoras, que ingresa al sistema de tratamiento (1,093 m³/d) cuyo dato sirvió para calcular la superficie del biofiltro, teniendo en cuenta los parámetros de concentración del afluente, efluente, profundidad del estanque, porosidad y constante de velocidad, luego con estos valores se realizó el cálculo hidráulico aplicando la ley de la ecuación de Darcy para determinar sección transversal, largo y ancho del Biofiltro.

Cálculo de las Medidas del Tanque de Almacenamiento de Aguas Grises

El volumen de agua gris que proporciona cada vivienda provisora es almacenada en un tanque general, para ser distribuido a las viviendas contribuidas, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20

Capacidad del Tanque de Almacenamiento de Aguas Grises de las 5 Viviendas provisoras.

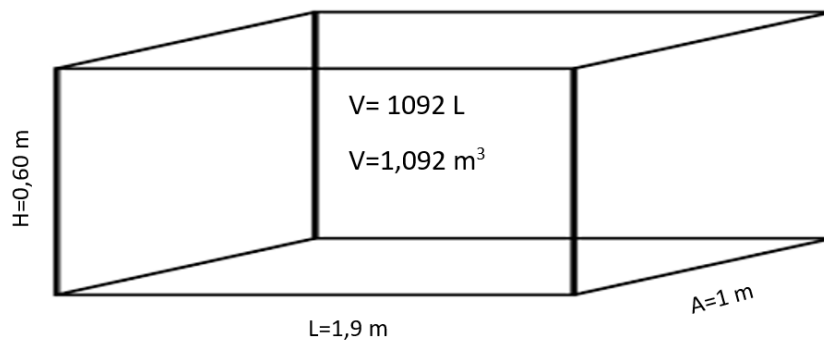
VALORES	V1J	V2R	V3JJ	V4E	V5M
Volumen	0,374 m³	0,179m³	0,135m³	0,119m³	0,285m³
Capacidad Del Tanque (L)	 374 L V=(0,72m) ³	 179 L V=(0,56m) ³	 135 L V=(0,51m) ³	 119 L V=(0,49m) ³	 285 L V=(0,66m) ³
Σ de volúmenes	$0,374 \text{ m}^3 + 0,179 \text{ m}^3 + 0,135 \text{ m}^3 + 0,119 \text{ m}^3 + 0,285 \text{ m}^3 = 1,093 \text{ m}^3 = 1093\text{L}$				

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los valores indican la capacidad de litros para almacenar y las dimensiones de dichos tanques.

Figura 14

Capacidad del tanque de almacenamiento general de aguas grises de las 5 viviendas provisoras.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: La figura indica las dimensiones del tanque general y su capacidad de almacenamiento de aguas grises tratadas de las 5 viviendas provisionales, para ser distribuidas a los inodoros de las 5 viviendas contribuidas.

Cantidad de Descargas que Genera las Aguas Grises Tratadas en los Inodoros

Según, Acualogica “un inodoro tradicional utiliza entre 6 a 16 litros de agua por descarga”, y el urólogo de la Clínica Las Condes, (Mercado, 2017) estima un promedio de visitas al baño “cercano a 6 ó 7 veces máximo en el día y, desde que va a dormir, una vez”, entonces en la siguiente tabla se estima la cantidad de descargas y al número de personas que abastecería las aguas grises tratadas de las viviendas provisionales.

Tabla 21

Estimación de la Cantidad de Descargas de Aguas Grises tratadas en los Inodoros.

Volumen de agua gris tratada (L)	Coefficiente de Volumen 92%	Capacidad De tanque Inodoro (L)	Número De descargas	Nº de descargas por persona por día	Cantidad de personas contribuidas
1092	1092*0,92	6 L	1000/6	7	166/7
	=1000		=166		=23

Nota: En la tabla 21, se muestra la estimación de la cantidad de personas contribuidas con aguas grises en sus inodoros, considerando solamente el 92% almacenada.

A continuación en la tabla 22 se muestra los datos tomados de consumo de agua potable de 3 meses antes de la implementación del sistema de reutilización de aguas grises y 3 meses después de la implementación del sistema de reutilización de aguas grises para hacer un comparativo y determinar el porcentaje de ahorro de agua potable.

Tabla 22

Optimización en el consumo del Agua Potable en Viviendas Contribuidas con Aguas Grises Para Sus Inodoros.

VIVIENDAS CONTRIBUIDAS	V1JR	V2MC	V3G	V4CC	V5MA	TOTAL	
Cantidad de Integrantes	3	3	2	3	2	13	
Consumo sin sistema de reutilización de 3 meses 2022	15 m ³	10 m ³	8 m ³	12 m ³	9 m ³	Agosto	} 2022
	13 m ³	11 m ³	9 m ³	11 m ³	8 m ³	Septiembre	
	14 m ³	12 m ³	8 m ³	10 m ³	9 m ³	Octubre	
PROMEDIO	14 m ³	11 m ³	8,3 m ³	11 m ³	8,6 m ³		
Consumo con sistema de reutilización de 3 meses 2023	10 m ³	7 m ³	5 m ³	6 m ³	4 m ³	Enero	} 2023
	8 m ³	8 m ³	4 m ³	5 m ³	5 m ³	Febrero	
	9 m ³	6 m ³	5 m ³	7 m ³	4 m ³	Marzo	
PROMEDIO	9 m ³	7 m ³	4,6 m ³	6 m ³	4,3 m ³		
Ahorro de agua potable	5 m ³	4 m ³	3,7 m ³	5 m ³	4,3 m ³		
Ahorro de agua potable en porcentaje	35,7%	36,3%	44,0%	44,0%	50,0%		
Ahorro promedio en las 5 viviendas contribuidas %			42%				

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: En la tabla se muestra los consumos promedios de agua potable de 5 cinco viviendas contribuidas, sin que se implemente el sistema de reutilización de aguas grises de los meses de agosto, septiembre y octubre del 2022.

También se muestra el consumo de agua potable de las 5 viviendas contribuidas, una vez implementado el sistema de reutilización de aguas grises en sus inodoros en los meses de enero, febrero y marzo del 2023, donde se puede observar un 42% de ahorro de agua potable en promedio de las 5 viviendas contribuidas. Ver anexo N° 13.

Cálculo Hidráulico Del Tanque De Almacenamiento a los 5 Tanques De los Inodoros de las Viviendas Contribuidas.

	Diámetro de tubería	Velocidad m/s	Caudal (Q) Q = V * A m ³ /s	Longitud de tubería (m) del Tanque a la vivienda contribuida	Coeficiente de Hazen Willams C	Pérdidas de carga fricción $J_F = \frac{10,67 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$		Pérdidas de carga fricción localizada $J_K = \frac{K * V^2}{2 * g}$		Pérdida de carga total del sistema F = J _F + J _K		Altura de carga hidráulica estática disponible (H) m	Presión en el punto de alimentación del inodoro. P _{USUARIO} = H - F	
						J _F MÍN (m)	J _F MÁX (m)	J _k MÍN (m)	J _k máx (m)	F _{min} (m)	F _{máx} (m)		P _{USUARIO} _MÍN (m)	P _{USUARIO} _MÁX (m)
	PVC 1/2"	Mín.	Mín.	V1JR 15	150	0.417	3.529	0.134	1.343	0.551	4.872	5	4.449	0.128
	Diámetro interno	0.6 m/s	0.000143	V2MC 8		0.223	1.882	0.117	1.178	0.340	3.060	3.1	2.760	0.040
0.0174 m	17.4 mm	Max.	Max.	V3G 3		0.083	0.706	0.113	1.133	0.196	1.839	2.5	2.304	0.661
	Radio	1.9 m/s	0.000452	V4CC 2		0.056	0.470	0.192	1.925	0.248	2.395	2.5	2.252	0.105
0.0087 m	8.7 mm			V5MA 3		0.083	0.706	0.042	0.420	0.125	1.125	1.25	1.125	0.125
<i>Coeficiente de Carga de Pérdidas Singulares de 5 Viviendas.</i>														
VALORES														
	K	V1JR	V2MC	V3G	V4CC	V5MA								
Codos de 90°	0,90	0,90*4	0,90*3	0,90*3	0,90*5	0,90*2								
Válvula de bola	0,24	0,24*1	0,24*1	0,24*1	0,24*1	0,24*1								
Te directa de derivación	0,24	0,24*4	0,24*4	0,24*3	0,24*3	0,24*1								
Te derivación ramal	2,50	2,50*1	2,50*1	2,50*1	2,50*2	0								
Coeficiente de pérdidas singulares (K) por viviendas		7.3	6.4	6.16	10.46	2.28								

Fuente: Elaboración propia


Nota: En la tabla se muestra, el cálculo hidráulico desde el tanque de almacenamiento hacia los inodoros de las 5 viviendas contribuidas mediante gravedad, teniendo en cuenta la velocidad, caudal, longitud de la tubería y coeficiente de Hazen Willams, datos que nos permitió determinar las pérdidas de carga por fricción y la presión en el punto de alimentación del inodoro.

Presupuesto Referencial del Sistema de Reutilización de Aguas Grises.

El presupuesto de construcción del sistema, contiene el precio de los materiales empleado.

Tabla 24

Presupuesto Referencial del Sistema de Reutilización de Aguas Grises. (Objetivo específico N°.4)

	Presupuesto de materiales para sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de 5 viviendas.
---	---

Materiales	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Tubo PVC ϕ 1/2"	m	7	15	105
Tubo PVC ϕ 2"	m	5	8	40
Codo de PVC ϕ 2" * 90°	u	7	4	28
Codo de PVC ϕ 1/2" * 90°	u	12	2	24
Tee de PVC ϕ 1/2"	u	3	2	6
Llave de bola 1/2"	u	1	5	5
Unión universal 1/2"	u	1	2	2
pegamento	u	1	8	8
Rollo de tubería HDPE 3/4"	u	2	95	190
Cemento	bolsa	5	26	130
arena	m ³	4	30	120
Plástico	m ²	20	7	140
			Total	798

Fuente: Elaboración Propia

Procedimientos para la Construcción del Biofiltro

- **Paso 1** – Colocar nivel de referencia.
- **Paso 2** - Excavar y conformar terreno.
- **Paso 3** - Impermeabilizar zanja del biofiltro con plástico.
- **Paso 4** - Preparar zanja para tubería y colocación de tuberías de entrada y salida.
- **Paso 5** - Colocar arena gruesa como material filtrante.

- **Paso 6** - Sembrar las plantas.
- **Paso 7** - Instalar tanque de almacenamiento.

Operación y Mantenimiento del Sistema (Objetivo específico N°.5)

Para el mantenimiento y optimización del Biofiltro se enfatiza enfocarse en los siguientes factores:

- Revisar el correcto funcionamiento de cada etapa del sistema de tratamiento.
- Revisar y limpiar la trampa de grasas de aguas grises.
- Aislar los restos de la vegetación y el sedimento.
- Confirmar que el afluente alcance todas las partes del humedal.
- Conservar un ambiente saludable para los microorganismos.
- Cuidar un crecimiento vigoroso de vegetación.
- Construir un cerco alrededor del biofiltro, para evitar el acceso a personas sin autorización que puedan provocar daños en las instalaciones.
- Supervisar las plantas periódicamente para evaluar su condición sanitaria y su abundancia.
- Las plantas del humedal debe estar sujeto a cambios graduales de tiempo en tiempo.
- Se debe observar la acumulación de lodo y residuos vegetales.

A continuación, se presenta en el siguiente cuadro unas recomendaciones para un mejor funcionamiento del Biofiltro.

Tabla 25

Recomendaciones Para Operación del Biofiltro.

Actividades	Materiales Necesarios	Frecuencia	Tiempo Requerido
Eliminar los sólidos sedimentados	Pala y carretilla	Una vez por mes.	30 minutos
Cortar las plantas sembradas en la superficie	Machete, rastrillo y carretilla.	Según el ciclo de plantas	Rendimiento de 20m ² por persona y día
Cambiar primeros 1 o 2m del lecho filtrante, después del material grueso de la zona de distribución	Pico, pala y carretilla: material nuevo de la misma granulometría	A la aparición de un flujo superficial	Rendimiento: 1.5 a 2m ³ por persona al día
Controlar el espejo de agua dentro del biofiltro	Manguera flexible	Diario	5 minutos

Fuente: Adaptado de Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2008). Manual Técnico de difusión. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para Albergues en Zonas Rurales.

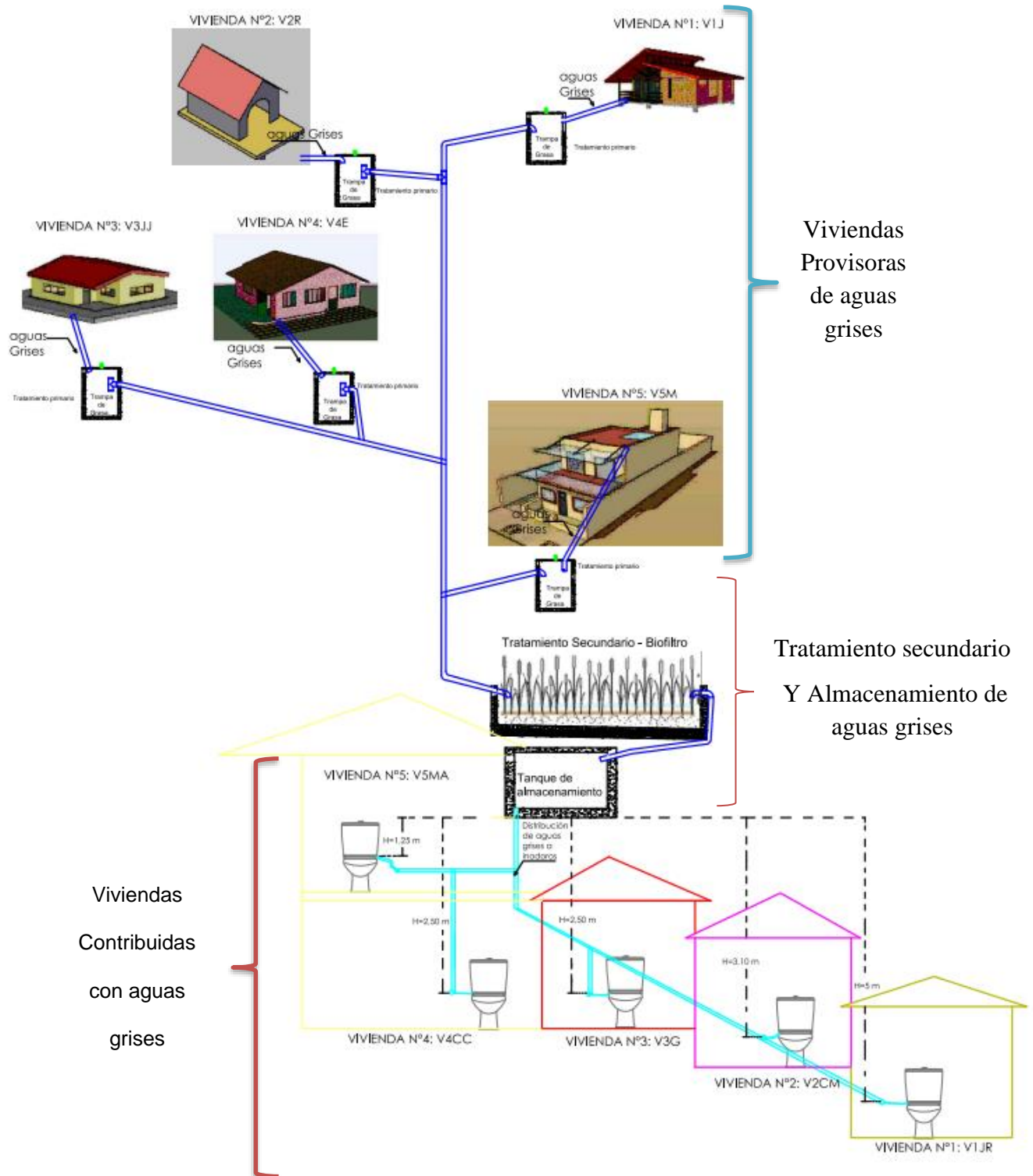
Es recomendable para el mantenimiento del Biofiltro, considerar que una persona se haga cargo de la operación y mantenimiento. No es necesario que sea una persona experta o especializado, ya que el trabajo y la manipulación es básica, pero si se sugiere que el personal a contratar sea alguna de las personas que participo en la construcción del humedal y este viviendo en la comunidad.

Por último, se recomienda un sistema de señalamiento para el cuidado y precaución de la zona del humedal de niños o personas ajenas al área del sistema de tratamiento. Se recomienda un plan de formación a la comunidad para ampliar la información de la importancia de la reutilización de aguas grises y la importancia de los humedales para la optimización del agua potable.

Figura 15

Diseño del sistema de reutilización de aguas grises.

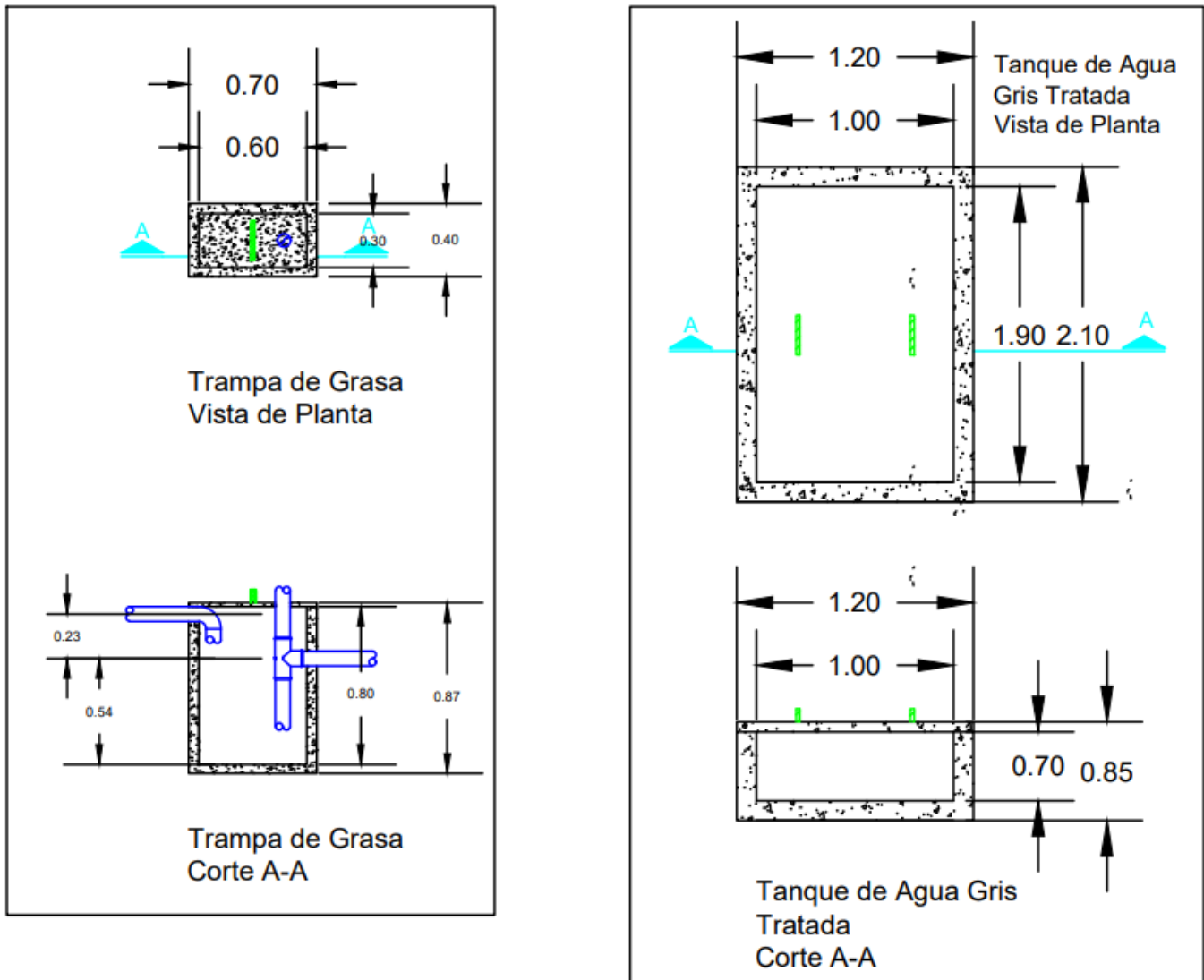
(Objetivo específico N°.6)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16

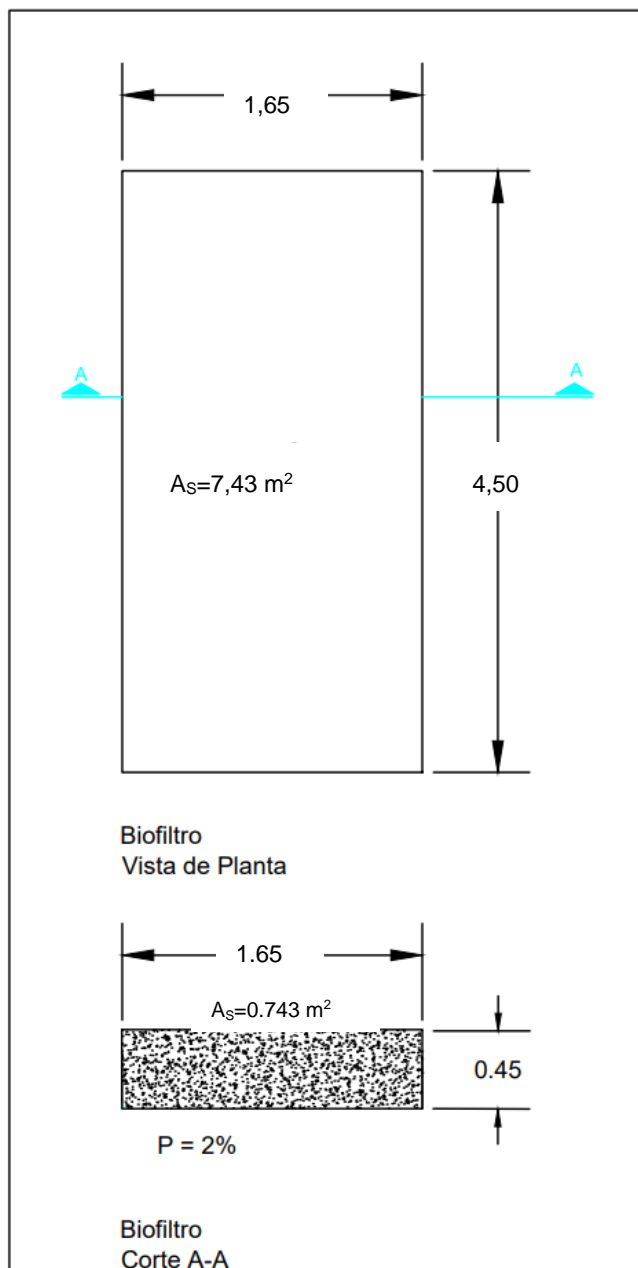
Plano de trampa grasa y tanque de almacenamiento de aguas grises.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 17

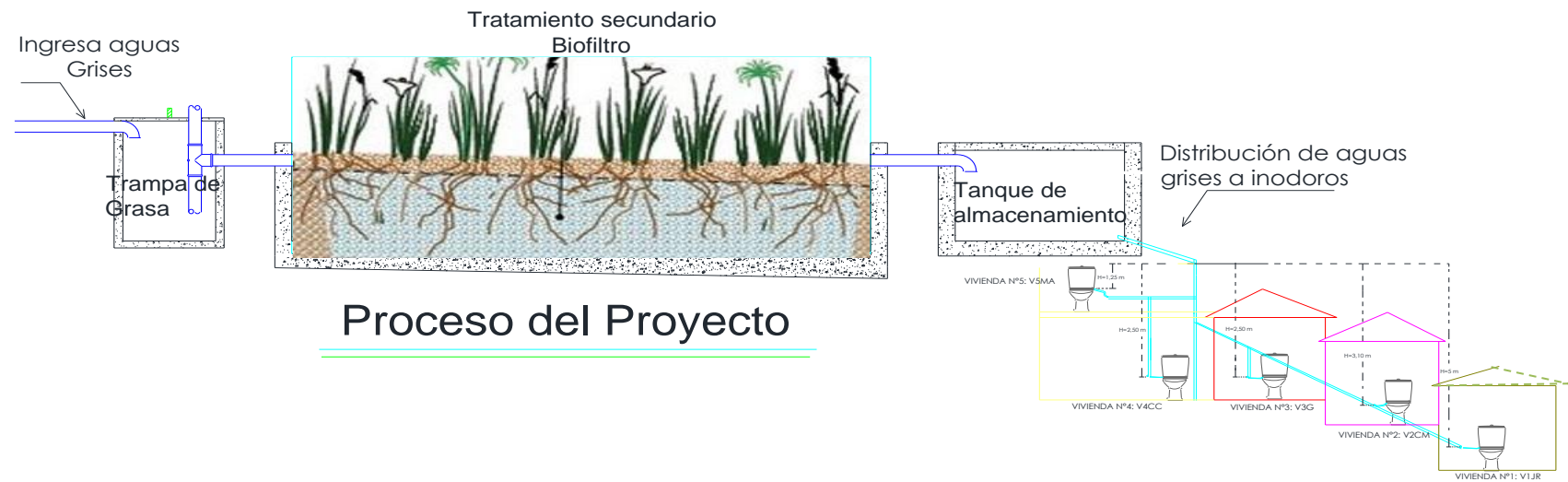
Plano del biofiltro.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 18

Plano del Proceso de proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Como **limitaciones** se tuvo el retardo para adaptarse y crecer las plantas acuáticas sembradas en el biofiltro para darse la interacción, materia orgánica, microorganismos y raíces, para disminuir la concentración de contaminantes de las aguas grises. También por ser época de lluvia ya no se utiliza agua potable para regar el jardín y las plantas lo cual hace variar en el consumo al tomar los datos en época de sequía. Además el presente trabajo se realizó únicamente recolectando las aguas grises de viviendas de zona rural, que cuenten con el espacio suficiente para instalar la trampa grasa, biofiltro y tanque de almacenamiento.

La investigación realizada por (Herrera & García, 2021), se basa en el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises provenientes de la ducha de los hogares con el fin de conducirla por medio de una red al tanque de almacenamiento del sanitario para ser utilizada en descargas posteriores. El propósito, es entonces, reducir el impacto ambiental que genera el gasto de agua en los inodoros y aprovechar de mejor manera el recurso hídrico, lo que a su vez trae beneficios económicos en los hogares que lo implementen. La diferencia es que esta investigación cuenta con tratamiento primario y secundario para reducir la concentración de contaminantes y la similitud es que ambas investigaciones buscan reducir el impacto ambiental, optimizar el recurso hídrico y beneficiarse económicamente.

La investigación de (Salazar Mayz, A, & Lobatón, 2021) reutilizó solamente el agua gris del lavamanos, y como tratamiento utilizó el tamizado más disinfección, realizaron pruebas de calidad y el agua recuperada presentó una turbiedad entre 31 – 163 UNT y una DBO superior a 10 mg/l, la muestra estuvo constituida por el baño de la residencia del investigador. La diferencia es el tratamiento debido a que esta investigación utilizó trampa

grasa y humedal artificial para controlar la DBO, además no realizó pruebas de calidad y la muestra lo constituye 5 viviendas provisoras de aguas grises.

La investigación realizada por (Otávio & Gemael, 2020) mencionan que los aparatos sanitarios con mayor consumo de agua es, ducha 39,2%, en el lavadero de ropa 28 % y en el grifo de cocina 20,75%. Por tal razón se busca aprovechar las aguas grises como recurso disponible para someterlo a tratamiento y reutilizarlo en los inodoros de viviendas.

El 25,5% de ahorro de agua potable en la industria hotelera hecha por (Haro, 2022) frente a un 42% obtenida en esta investigación se debe a que de la industria hotelera solo utilizó el agua gris de las lavadoras en cambio en esta investigación se utilizó el agua de la ducha, del lavamanos y del lavadero de ropa.

La investigación de (Pari, 2018) garantiza un ahorro de agua potable en un 35 – 40% teniendo gran similitud con esta investigación con un ahorro de 42% , al decir que la reutilización de las aguas grises domésticas influye significativamente a mejorar la insuficiencia del agua potable en las viviendas. El impacto social se expresa en el análisis de costos, presupuesto y ambiental.

La semejanza con la investigación de (Valencia, 2019) es la utilización de humedales artificiales como tratamiento principal de las aguas grises, debido a su alta eficiencia en remover los contaminantes y el bajo costo de instalación, operación y mantenimiento.

Se coincide con (Laiza, 2018) debido a que en estas últimas décadas, la importancia de buscar formas de captación de agua y de mantener la mayor cantidad de recurso hídrico, ha ido en aumento; es por ello que las investigaciones referente al tratamiento y reutilización

del agua, ha ido en aumento en esta última década, puesto que este recurso ha ido escaseando por varios factores como la acelerada urbanización.

Existe una gran semejanza con (Terrones & Sánchez, 2017), al decir que el sistema resulta técnicamente y económicamente factible de instalar. Sus requerimientos en materiales se encuentran en el mercado y no se requiere experiencia especial de parte de los técnicos, la eficacia y las ventajas, permiten un ahorro de miles de litros de agua potable al año, consecuente ahorro de costos de agua, disponibilidad de agua dulce incluso si hay restricciones en la red pública, evidente beneficio para el medio ambiente y para la sociedad.

Los resultados encontrados en este estudio en cuanto a consumo de agua potable por persona por día en promedio es de 120 litros. Estos resultados por una parte se aproximan a lo señalado por la OMS, quien menciona que el consumo promedio de agua potable per cápita debería ser de 100 litros diarios para atender las necesidades tanto de alimentación como de higiene.

Del consumo de agua potable diario en las 5 viviendas provisoras y considerando un (coeficiente de retorno de diseño 0,8), se puede reutilizar un 44% de aguas grises debido a que son generados en los aparatos productores de aguas grises como el lavamanos, ducha y lavadero de ropa, previo tratamiento primario y secundario para bajar las concentraciones de contaminantes y usarlo en los inodoros. Y con los datos de consumo tomados de los meses de agosto, setiembre y octubre del 2022 sin sistema de reutilización, comparados con los consumos de enero, febrero y marzo del 2023 en las viviendas contribuidas con el sistema de reutilización se tiene un ahorro de 42% de agua potable.

El sistema de tratamiento primario, recolecta solo el agua proveniente de los lavabos,

ducha, y lavadero de ropa. Y consta de una trampa de grasa que sirve de protección del sistema ante la presencia de grasas y partículas sólidas, reduciendo entre un 50 a un 60% el valor del parámetro DBO5.

El empleo de tecnologías no convencionales para el tratamiento de aguas residuales representa opciones reales para el manejo de las aguas grises en poblaciones, debido a que sistemas como los humedales artificiales (Biofiltro) pueden ser fabricados, operados y mantenidos fácilmente por los habitantes de una determinada comunidad. La construcción puede ser desarrollada con materiales que pueden ser ubicados fácilmente en cualquier localidad como: láminas de plástico para la impermeabilización del área, arcilla, concreto, bloques y otros. Las dimensiones del biofiltro está en función del cálculo biológico y del cálculo hidráulico, el primero determina la superficie del biofiltro y la segunda aplicando la ecuación de la ley Darcy, determina la sección transversal, largo y ancho del biofiltro.

La aplicación de la Ley de Darcy y la fórmula asociadas a un reactor biológico para el cálculo de biofiltros arroja resultados precisos sobre las dimensiones que deben tener estos humedales artificiales considerando no solo el caudal de entrada, sino también, la reducción de contaminantes presentes en las aguas grises.

El Presupuesto de materiales para implementar el sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de 5 viviendas es de 798 soles. Además al momento de implementar este tipo de sistemas se debe cumplir con la forma de operación y mantenimiento para garantizar la sostenibilidad del sistema y que a corto plazo no genere mayores problemas y ni comprometa su confiabilidad.

En este sentido, la propuesta de reutilización de aguas grises en 5 viviendas cuenta

con la aprobación, donde los usuarios (viviendas tomadas como muestras de investigación) manifiestan que apoyarían la ejecución de proyectos relacionados con la reutilización de aguas grises.

El concepto de tratamiento de aguas grises abordado en esta investigación se desarrolló con un biofiltro o humedal artificial de flujo libre como pieza principal del sistema. Se realizó el cálculo similar al dimensionamiento de un reactor de flujo de pistón, dado que los humedales artificiales son considerados como reactores biológicos (García & Corzo, 2008).

Se dimensionó la superficie del biofiltro para disminuir la variable DBO_5 , ya que, el control de la demanda biológica de oxígeno es requerida para reducir la materia orgánica no deseada. En este sentido, según el Ministerio del Ambiente y su Decreto Supremo D.S. N° 004-2017, categoría *Población Recreacional*, subcategoría *Aguas Superficiales Para Uso Recreativo* tipo B2: *Contacto Secundario* (tomado como base para el estudio), el agua a ser reutilizada para el llenado de inodoros debe tener un valor de 10 mg/L siendo este servicio comparable al tipo B2 descrito con anterioridad, ya que, se permite el contacto humano con esta agua de forma parcial u ocasional (en el caso de esta investigación sería una labor de mantenimiento o salpicadura).

El cálculo geométrico se desarrolló tomando como entrada un rango de DBO_5 comprendido entre 47 a 466 mg/L y aplicando la Ley de Darcy. Se realizó el dimensionamiento para 3 sensibilidades partiendo de 47 mg/L como punto inicial, luego 209,5 mg/L y 466 mg/L, a las cuales se les aplicó un factor de reducción de 50% debido al aporte de la trampa de grasa previa al filtro.

La instalación de un sistema de reutilización de aguas grises es totalmente viable adaptado a las condiciones específicas de cada vivienda.

Conclusiones

En esta tesis se diseñó un sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas contribuidas para optimizar el consumo de agua potable, aprovechando las aguas provenientes de lavamanos, ducha y lavadero de ropa, de 5 viviendas provisoras, en las descargas de inodoros cultivando así una tendencia responsable hacia una buena gestión y control de su uso.

En esta tesis se calculó el consumo de agua potable por habitante por vivienda provisoras por día, **hallándose** que en promedio per cápita de agua potable de los habitantes de la comunidad de Puylucana – Baños del Inca es de 120 l/hab/d, mayor al óptimo recomendado por la OMS. En este consumo inciden factores como el ingreso económico, número de habitantes por vivienda, meses del año entre otros.

En esta tesis se **determinó** que existe un 44% de ahorro aguas potable en las viviendas provisoras aplicando un coeficiente de retorno de diseño igual 0,8.

En esta tesis se **determinó** que existe un 42% de ahorro aguas potable en las viviendas contribuidas haciendo un comparativo de los consumos antes y después de la implementación del sistema de reutilización, con lo cual se cumple la hipótesis planteada.

En esta tesis se **realizó** el cálculo de las dimensiones del biofiltro para el tratamiento de las aguas grises mediante dos etapas: cálculo biológico y del cálculo hidráulico, el primero **determinó** la superficie del biofiltro de 5,35 m² y la segunda aplicando la ecuación de la ley Darcy se determinó la sección transversal de 0,546 m², largo: 4,50 m, ancho: 1.65 m y la profundidad: 0,45 m del biofiltro.

En esta tesis sé **cálculo** el presupuesto de la implementación del sistema de reutilización de aguas grises, y que según la tabla 24 asciende a 798 soles. Con el objetivo de brindar un panorama financiero actualizado que facilite la toma de decisiones y fomente el desarrollo sostenible.

En esta tesis se indicó procedimientos para operación y mantenimiento del sistema de reutilización de aguas grises, a fin de mantener el funcionamiento correcto del sistema y evitar daños. Finalmente se diseñó el sistema de reutilización de aguas grises desde su recojo, tratamiento, almacenamiento, distribución y consumo en el tanque del inodoro permitiendo así optimizar el consumo agua potable en viviendas.

Referencias

- Araya, F., Pesante, S., Vera, I., & Vidal, G. (2014). *Las aguas servidas en zonas rurales. En: Las aguas servidas y su depuración en zonas rurales: situación actual y desafíos.*
- Arias, G. J. (2020). *Técnicas e Instrumentos de Investigación Científica.* Arequipa - Perú.
- Bavaresco, A. m. (2013). *Proceso Metodológico en la Investigación (Como hacer un Diseño de Investigación).* maracaibo - Venezuela.
- Becerra, A. (02 de Agosto de 2019). *Reciclar más agua: resolución de año nuevo para América Latina.* Obtenido de <https://www.nrdc.org/es/experts/erika-moyer/reciclar-agua-resolucion-ano-nuevo-america-latina> consultado.
- Castillo, M., & Meseth, E. (Enero de 2015). *El reuso de aguas residuales tratadas en el Perú.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/287216350_El_reuso_de_aguas_residuales_tratadas_en_el_Peru
- Franco, A. M. (2007). *Tratamiento y reutilización de aguas grises con Aplicación a caso en Chile.* Santiago de Chile.
- Fundación AQUAE. (1 de agosto de 2022). *Fundación AQUAE La Fundación del agua.* Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/>
- García, J. S., & Corzo, A. H. (2008). *Depuración con humedales construidos: Guía práctica de diseño, construcción y explotación de sistemas de humedales de flujo subsuperficial.* España.
- Haro, E. (2022). Sistema de tratamiento para la reutilización del agua de las lavadoras de la

industria hotelera. Obtenido de

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/4345>

Herrera, H., & García, P. (2021). *Diseño de un prototipo para la reutilización de aguas grises en viviendas*.

Hurtado, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas.

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

IS.010, N. T. (s.f.). *Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones*. Lima.

JMP. (2015). *(Programa Conjunto de Vigilancia del abastecimiento de agua y el saneamiento) (2015), 2015 data, Organización Mundial de la Salud (OMS), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF)*.

Kestler, R. P. (2004). *Uso, Reuso Y Reciclaje Del Agua Residual en una Vivienda*. Guatemala.

Laiza, O. J. (2018). *Revisión sistemática de estudios realizados sobre reutilización de aguas grises tratadas en viviendas*. Cajamarca - Perú.

Maya. (2 de AGOSTO de 2022). *Qué es la escasez de agua y sus consecuencias*. Obtenido de Copyright MAYA 2019: <https://mayasl.com/escasez-de-agua/>

Mellado, A. E. (2005). *Guía Para Obtener Una Vivienda Sostenible. Las Claves De La Armonía Ecológica, Social Y Económica En Su Hogar*. España: CEAC.

Méndez. (2007). *Metodologías Y Técnicas De Investigación Aplicada a la Comunicación*.

Méndez, Á. C. (2003). *Metodología de la Investigación: Diseño y desarrollo del proceso de*

investigación en ciencias empresariales. Bogotá, Colombia: ALPHAEDITORIAL.

Mercado, A. (07 de AGOSTO de 2017). *Clínica las Condes*. Obtenido de BLOG CLÍNICA

LAS CONDES: <https://www.clinicalascondes.cl/BLOG/Listado/Urologia/cuantas-veces-es-normal-ir-al-bano>

MINAM. (2017). *Decreto Supremo N° 004 - 2017 - Minam Estandares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua*. Perú.

Minsa. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Dirección General de Salud Ambiental*. Lima - Perú.: Ministerio de Salud.

Muñoz, C. A. (2008). *Caracterización y Tratamiento de Aguas Residuales*. Estado de Hidalgo - México.

MVCS. (09 de Agosto de 2022). *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Obtenido de https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/agua_saneamiento/agua_y_saneamiento.html

Niño, R. E., & Martínez, M. N. (2013). *Estudio De Las Aguas Grises Domésticas En Tres Niveles Socioeconómicos*. Bogotá.

Norma OS.090. (s.f.). *Planta de Tratamiento De Aguas Residuales 2010*.

OEFA. (2014). *La Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Perú.

OMS. (1 de agosto de 2020). *Agua para Consumo Humano*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

OMS/UNICEF. (12 de julio de 2017). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news/item/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking->

water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation

ONU. (08 de agosto de 2017). *Agua*. [Artículo en línea]. Obtenido de

<http://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>

Ortega, E., Medina, Y. F., Salas, J. J., Aragón, C., Aragón, C., & Real, Á. J. (2011). *Manual para la Implantación de Sistemas de Depuración en Pequeñas Poblaciones*.

OS.100. (26 de Setiembre de 2022). *Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria*. Obtenido de El Peruano Normas Legales:

<https://waltervillavicencio.com/reglamento-nacional-de-edificaciones-rne-actualizado-con-texto-copiable/>

Otávio, M., & Gemael, L. (2020). *Captura, Tratamiento y la Reutilización de agua gris y de lluvia en residencia unifamiliar*.

Oxfam. (5 de agosto de 2022). *www.wash.pe*. Obtenido de Oxfam Confederación

Internacional: [https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-](https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable#:~:text=a%20agua%20potable-)

[humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-](https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable#:~:text=a%20agua%20potable-)

[potable#:~:text=a%20agua%20potable-](https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable#:~:text=a%20agua%20potable-)

[,Entre%207%20y%208%20millones%20de%20peruanos%20no%20tienen%20acces](https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable#:~:text=a%20agua%20potable-)

[o,donde%20existe%20una%20mayor%20demanda](https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable#:~:text=a%20agua%20potable-)

Pari, P. (2018). *Reutilización de Aguas Grises Domésticas Ante La Insuficiencia De Agua Potable En Edificios Multifamiliares*. Lima - Perú.

PNUD. (15 de Octubre de 2022). *Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Obtenido de

https://www.tfja.gob.mx/investigaciones/praxis.turn_29/pdf/01.pdf#page=182

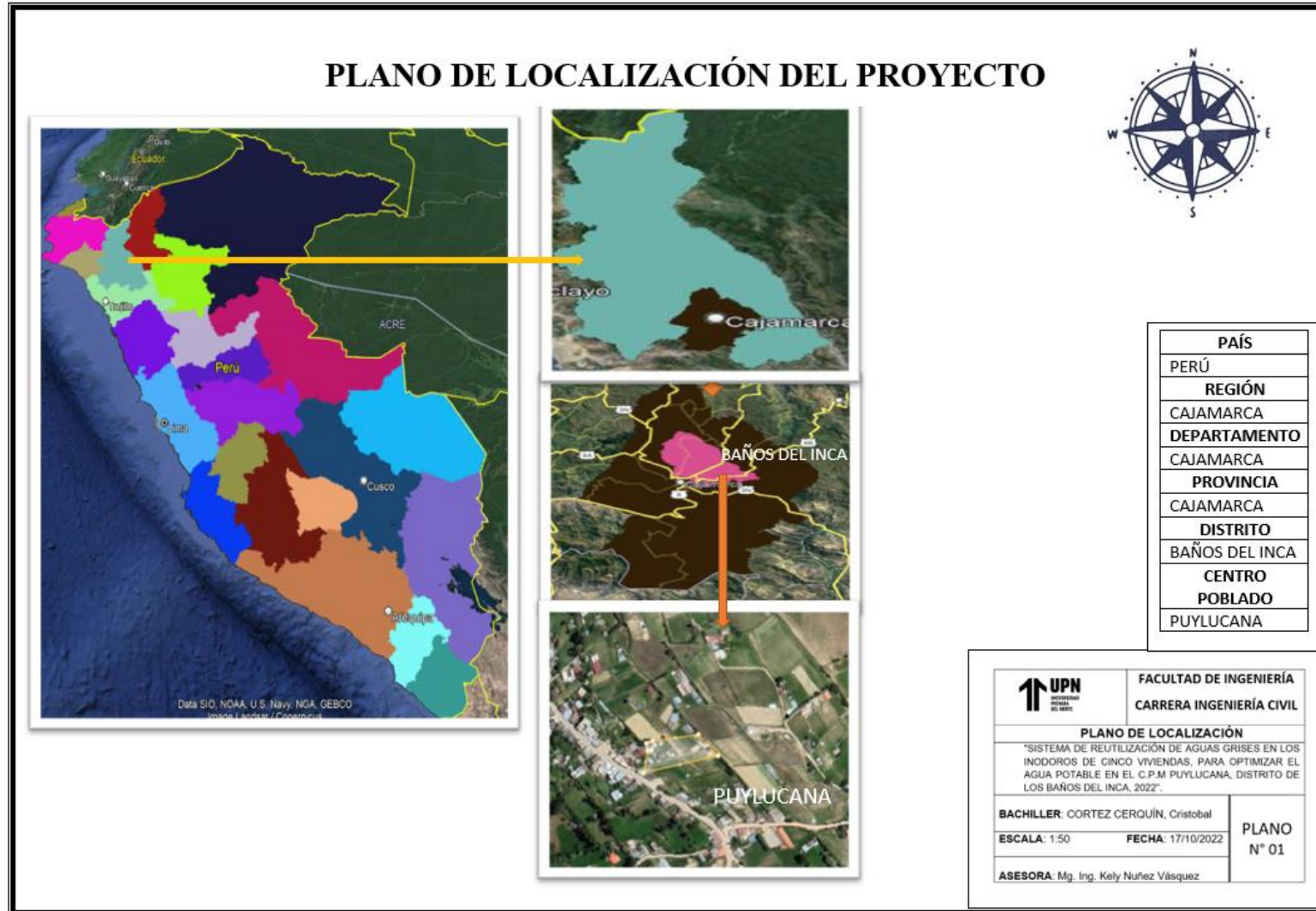
- Ramos, G. C. (2021). *Diseño de Investigación Experimental*. Ecuador .
- Rivadavia, H. E. (2017). *Evaluación de recirculación de agua gris a nivel domiciliario para abastecimiento de descarga de inodoros en una construcción a escala real*. Juliaca.
- Rodríguez, P. (2012). *Saneamiento en el Sector Rural: En busca de opciones Sostenibles*. Chile: Revista AIDIS.
- Salazar Mayz, J. E., A, B. S., & Lobatón, E. (2021). *Evaluación de sistemas de Reutilización de aguas grises. Caso de estudio AquaSalvis*.
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- SEDAPAL. (15 de febrero de 2022). *SEDAPAL*. Obtenido de <https://www.sedapal.com.pe/notas-de-prensa/sedapal-presento-registros-de-consumo-de-agua-de-los-districtos-de-lima-y-callao#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202000%20el,hasta%20125%20litros%20por%20d%C3%ADa>.
- Soto, W. (2012). *Sistema de Tratamiento de Aguas Grises Domésticas, como una Alternativa para la Seguridad Hidrica*. Obtenido de <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2014/03/TESIS-Soto-Aguilar-Wendy-1.pdf>
- SUNASS. (2004). *La Calidad del Agua en el Perú*. Lima - Perú: Publicación Oficial.
- SUNASS. (08 de Junio de 2022). *El tratamiento de aguas residuales en el Perú aumentó en 11 %, entre el 2016 y el 2020*. Obtenido de <https://www.sunass.gob.pe/lima/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-el-peru-aumento-en-11-entre-el-2016-y-el-2020/>

- Tchobanoglous, & Crites. (2000). *Crites, R.W. y Tchobanoglous, G. (2000) Sistemas de Manejo de Aguas Residuales, para Núcleos Pequeños y Decentralizados*. New York.: McGraw Hill.
- Tena Suck, A. (2000). *Manual de investigación documental: Elaboración de tesinas*. México: Plaza y Valdés Editores, 2000.
- Terrones, D. M., & Sánchez, D. M. (2017). *Satisfacción del usuario en la reutilización del agua de lavadora en sanitario*. Cajamarca - Perú.
- UNATSABAR. (15 de Octubre de 2022). <http://www.ingenieroambiental.com/4014/xv.pdf>.
Obtenido de UNATSABAR: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/xv.pdf>
- Valencia, V. F. (2019). *Ecoeficiencia en el uso del agua, su reutilización y manejo de residuos sólidos en la Institución Educativa Estatal Almirante Miguel Grau el Pedregal Distrito de Majes - Caylloma – Arequipa*. Arequipa - Perú.
- Vera, I. (2012). *Humedales construidos para tratamiento y reúso de aguas servidas en Chile: reflexiones. Tecnología y ciencia del agua*.
- WRI. (02 de Agosto de 2019). *Los países con mayor escasez de agua del mundo*.
doi:<https://www.fundacionaquae.org/wiki/ranking-de-paises-con-escasez-de-agua/>
- WSP. (2006). *Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades*.

“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puylucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”

ANEXOS

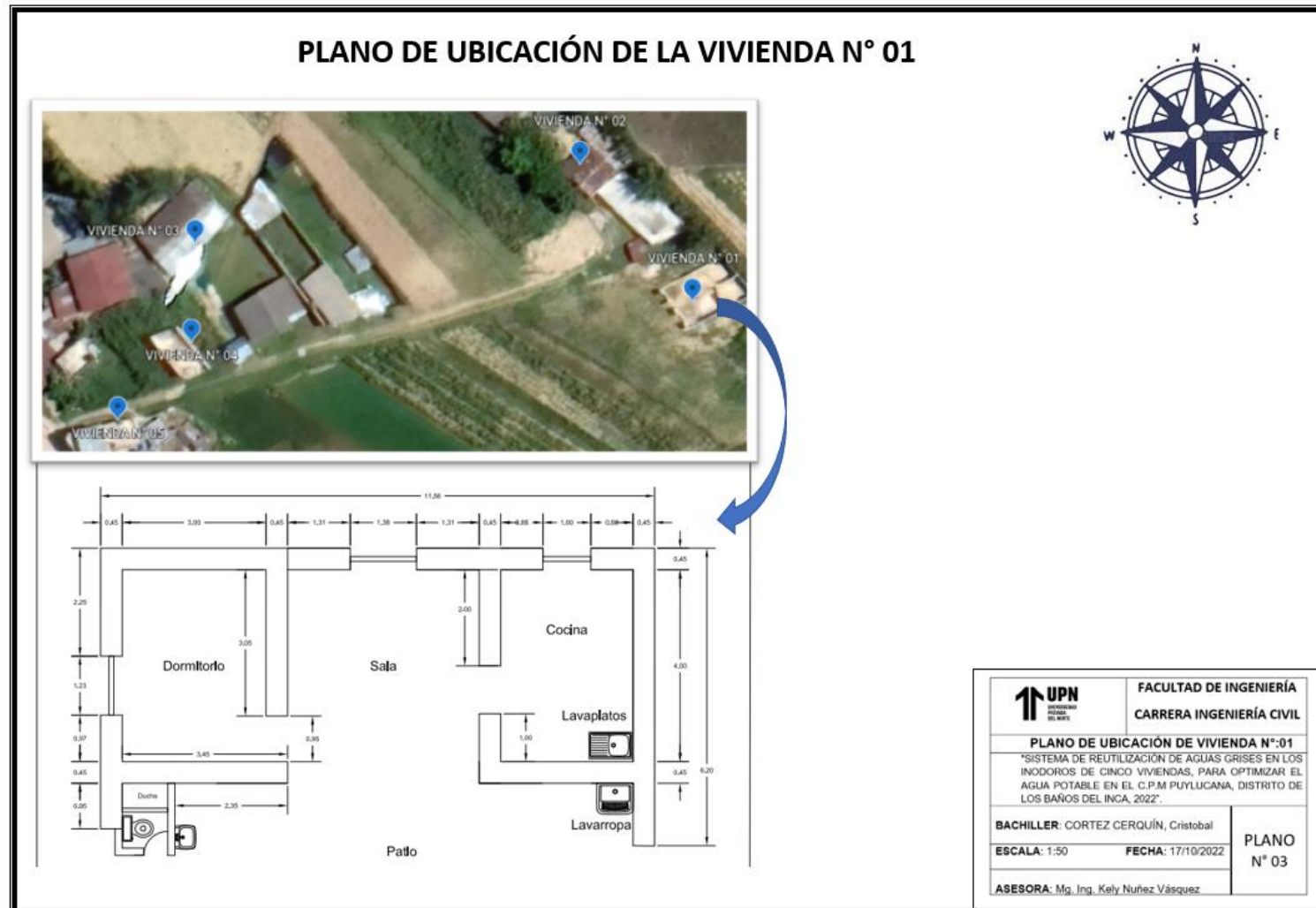
ANEXO N° 1. PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE PUYLUCANA



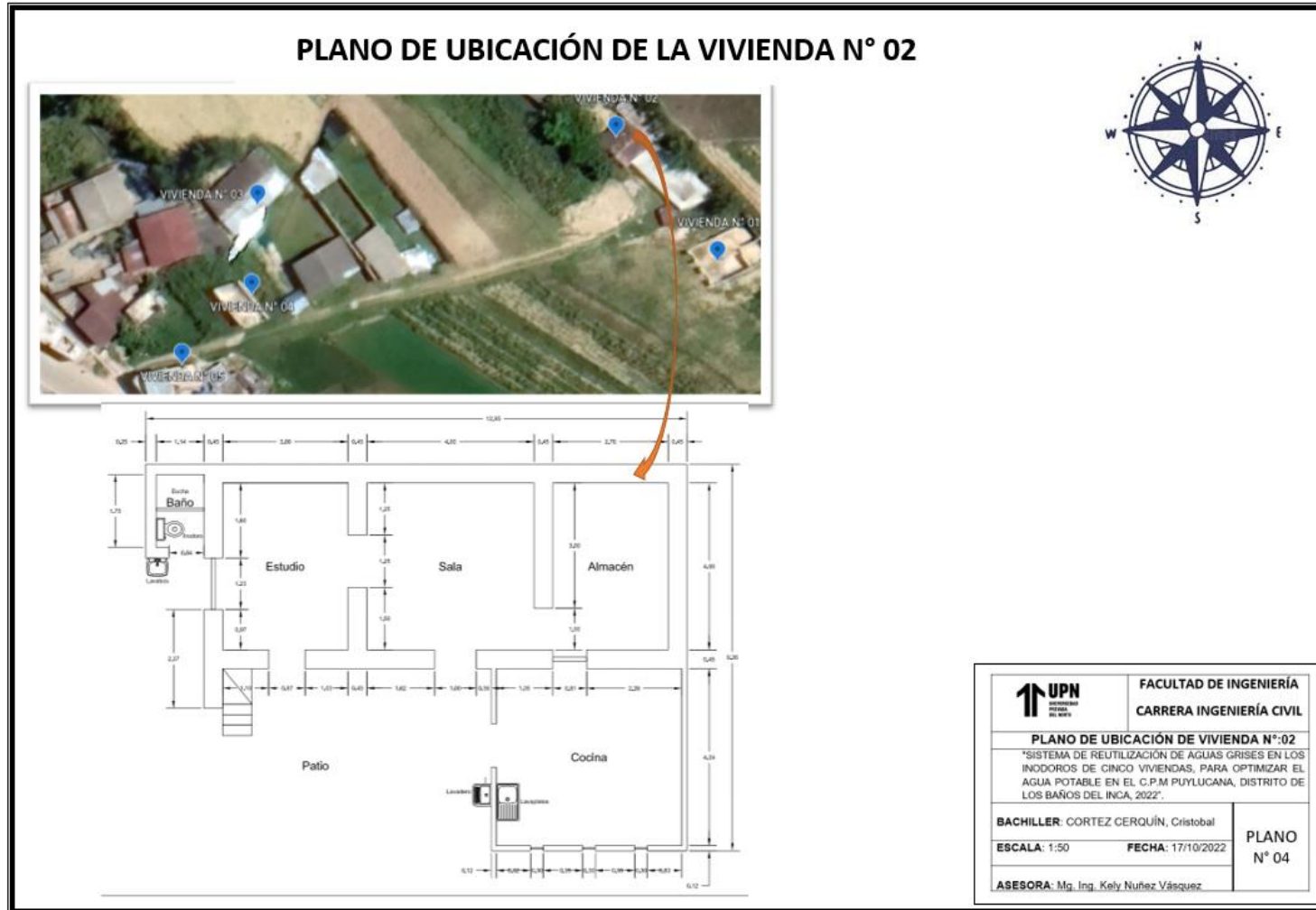
ANEXO N° 2. PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LAS 5 VIVIENDAS EN LA COMUNIDAD DE PUYLUCANA



ANEXO N° 3.



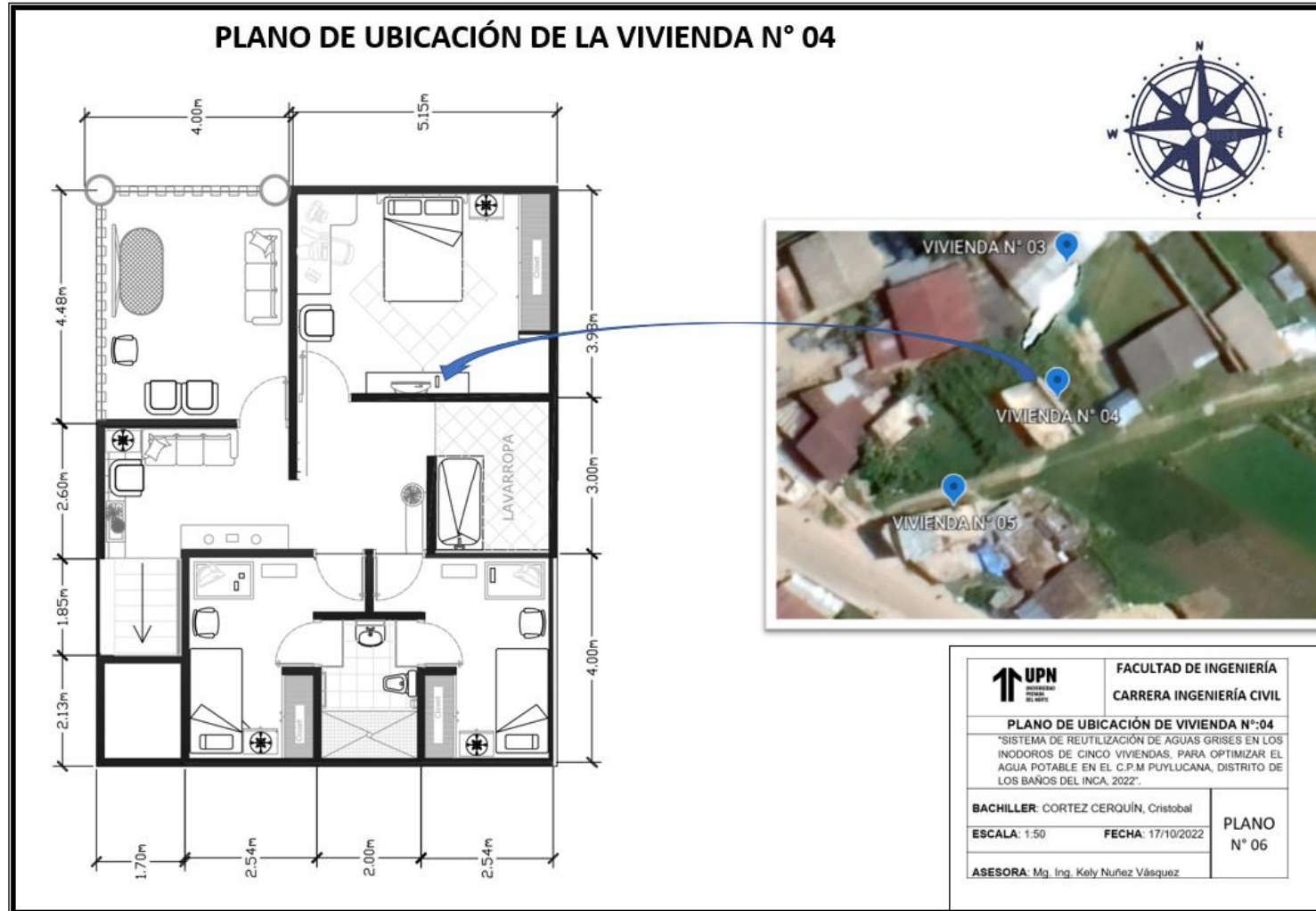
ANEXO N° 4.



ANEXO N° 5.



ANEXO N° 6.



ANEXO N° 7.




“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”

ANEXO N° 8. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE VIVIENDA PROVISORA N° 01 MESES DE AGO, SET Y AOCT. 2022

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL									
UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		TESIS: “Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”							
		TESISTA: Cristobal Cortez Cerquín							
		ASESOR: Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez							
		FECHA: 29/11/2022		N° FICHA:		1			
Nombre del usuario: CERQUÍN GUTIÉRREZ JUANA									
Número de vivienda: 1 Número de integrantes de la Familia: 6									
DATOS DEL MEDIDOR:									
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN					CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN				
FECHA:					FECHA:				
CÓDIGO DE MEDIDOR					CÓDIGO DE MEDIDOR				
AGOSTO: 2022 5958846					5958846				
LECTURA ACTUAL		FECHA:		LECTURA ACTUAL		FECHA:		CONSUMO: (L/ha/d)	
10/09/2022		3408		05/02/2023					
LECTURA ANTERIOR		FECHA:		LECTURA ANTERIOR		FECHA:		L/hab/día =	
07/08/2022		3385		07/01/2023				128	
CONSUMO(M3) 23					CONSUMO(M3)				
TARIFA: S/.M3 11.5					TARIFA: S/.M3				
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/. 11.5					IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.				
SEPTIEMBRE: 2022									
LECTURA ACTUAL		FECHA:		LECTURA ACTUAL		FECHA:		CONSUMO: (L/ha/d)	
09/10/2022		3433		05/02/2023					
LECTURA ANTERIOR		FECHA:		LECTURA ANTERIOR		FECHA:		L/hab/día =	
10/09/2022		3408		07/01/2023				139	
CONSUMO(M3) 25					CONSUMO(M3)				
TARIFA: S/.M3 12.5					TARIFA: S/.M3				
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/. 12.5					IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.				
OCTUBRE: 2022									
LECTURA ACTUAL		FECHA:		LECTURA ACTUAL		FECHA:		CONSUMO: (L/ha/d)	
09/11/2022		3460		05/02/2023					
LECTURA ANTERIOR		FECHA:		LECTURA ANTERIOR		FECHA:		L/hab/día =	
10/10/2022		3433		07/01/2023				150	
CONSUMO(M3) 27					CONSUMO(M3)				
TARIFA: S/.M3 13.5					TARIFA: S/.M3				
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/. 13.5					IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.				
					PROM. CONSUMO				
					L/hab/día = 139				


JASS PUYLLUCANA		JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA	
ODIGO: 103490	RECIBO: 1-39644-77	ORDEN: 63	
NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ JUANA	DIRECCION: SECT. EL MOLLE		RUTA: 1 520
CONSUMO: AGO-2022	TARIFA: S/. 0.50 / m3	EMISION: 01/09/2022	
VENCE: 26/09/2022		DATOS DEL MEDIDOR 5958846	
		ACTUAL 10/09/2022	3408
		ANTERIOR 07/08/2022	3385
		CONSUMO 23	
RECIBO DE AGOSTO 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:23 M3			
IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 11.50			
SON: ONCE CON 50/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 11.50			
NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ JUANA		DIRECCION: SECT. EL MOLLE	
CONSUMO: SET-2022		TARIFA: S/. 0.50 / m3	
		EMISION: 01/10/2022	
VENCE: 26/10/2022		DATOS DEL MEDIDOR 5958846	
		ACTUAL 09/10/2022	3433
		ANTERIOR 10/09/2022	3408
		CONSUMO 25	
RECIBO DE SEPTIEMBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:25 M3			
IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 12.50			
SON: DOCE CON 50/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 12.50			
NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ JUANA		DIRECCION: SECT. EL MOLLE	
CONSUMO: OCT-2022		TARIFA: S/. 0.50 / m3	
		EMISION: 01/11/2022	
VENCE: 30/11/2022		DATOS DEL MEDIDOR 5958846	
		ACTUAL 09/11/2022	3460
		ANTERIOR 10/10/2022	3433
		CONSUMO 27	
RECIBO DE OCTUBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:27 M3			
IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 13.50			
SON: TRECE CON 50/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 13.50			

ANEXO N° 9. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE VIVIENDA PROVISORA N° 02, MESES: AGO, SET Y OCT. 2022

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
	TESIS:	“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”		
	TESISTA:	Cristobal Cortez Cerquín		
	ASESOR:	Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez		
	FECHA:	29/11/2022	N° FICHA:	2

Nombre del usuario:	GUTIÉRREZ SANDOVAL ROSA		
Número de vivienda:	2	Número de integrantes de la Familia:	4

DATOS DEL MEDIDOR:			
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN	
MESES: AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE		FECHA: 5/04/2023	
CÓDIGO DE MEDIDOR		CÓDIGO DE MEDIDOR	
AGOSTO: 2022 5958425		5958425	
LECTURA ACTUAL	FECHA:10/09/2022	240	CONSUMO: (L/ha/d) L/hab/día = 92
LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/08/2022	229	
CONSUMO(M3)		11	
TARIFA: S/ .M3		5.5	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		5.5	
SETIEMBRE: 2022			
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/10/2022	254	CONSUMO: (L/ha/d) L/hab/día = 117
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/09/2022	240	
CONSUMO(M3)		14	
TARIFA: S/ .M3		7	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		7	
OCTUBRE: 2022			
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/11/2022	265	CONSUMO: (L/ha/d) L/hab/día = 92
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/10/2022	254	
CONSUMO(M3)		11	
TARIFA: S/ .M3		5.5	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		5.5	
			PROM. CONSUMO L/hab/día = 100

		JASS PUYLLUCANA		JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA	
DDIGO: 102923		RECIBO: 1-43535-86		ORDEN: 09	
NOMBRE: GUTIÉRREZ SANDOVAL ROSA		DIRECCION: SECT. EL MOLLE		RUTA: 10 220	
CONSUMO: AGO-2022		TARIFA: S/ 0.50 / m3		EMISION: 01/09/2022	
VENGE: 26/09/2022		DATOS DEL MEDIDOR 5958425			
		ACTUAL 10/09/2022		240	
		ANTERIOR 07/08/2022		229	
		CONSUMO		11	
RECIBO DE AGOSTO 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:11 M3					
		IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 5.50			
SON: CINCO CON 50/100 SOLES		TOTAL: S/.***** 5.50			

NOMBRE: GUTIÉRREZ SANDOVAL ROSA		DIRECCION: SECT. EL MOLLE		RUTA: 10 220	
CONSUMO: SET-2022		TARIFA: S/ 0.50 / m3		EMISION: 01/10/2022	
VENGE: 26/10/2022		DATOS DEL MEDIDOR 5958425			
		ACTUAL 09/10/2022		254	
		ANTERIOR 10/09/2022		240	
		CONSUMO		14	
RECIBO DE SETIEMBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:14 M3					
		IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 7.00			
SON: SIETE CON 00/100 SOLES		TOTAL: S/.***** 7.00			

NOMBRE: GUTIÉRREZ SANDOVAL ROSA		DIRECCION: SECT. EL MOLLE		RUTA: 10 220	
CONSUMO: OCT-2022		TARIFA: S/ 0.50 / m3		EMISION: 01/11/2022	
VENGE: 30/11/2022		DATOS DEL MEDIDOR 5958425			
		ACTUAL 09/11/2022		265	
		ANTERIOR 10/10/2022		254	
		CONSUMO		11	
RECIBO DE OCTUBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:11 M3					
		IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 5.50			
SON: CINCO CON 50/100 SOLES		TOTAL: S/.***** 5.50			

ANEXO N° 10. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE VIVIENDA PROVISORA N° 03 MESES DE AGO, SET Y OCT DEL 2022


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS:	“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”				
TESISTA:	Cristobal Cortez Cerquín				
ASESOR:	Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez				
FECHA:	29/11/2022	N° FICHA:	3		
Nombre del usuario:	CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA JOSÉ JUAN				
Número de vivienda:	3	Número de integrantes de la Familia:	3		
DATOS DEL MEDIDOR:					
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN			CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		
MESES: AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE			FECHA: 5/04/2023		
CÓDIGO DE MEDIDOR			CÓDIGO DE MEDIDOR		
AGOSTO: 2022 B17SC26521			B17SC26521		
LECTURA ACTUAL	FECHA:10/09/2022	291	LECTURA ACTUAL	FECHA:05/02/2023	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/08/2022	280	LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/01/2023	L/hab/día = 122
CONSUMO(M3)		11	CONSUMO(M3)		
TARIFA: S/.M3		5.5	TARIFA: S/.M3		
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		5.5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		
SETIEMBRE: 2022					
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/10/2022	298	LECTURA ACTUAL	FECHA:05/02/2023	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/09/2022	291	LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/01/2023	L/hab/día = 78
CONSUMO(M3)		7	CONSUMO(M3)		
TARIFA: S/.M3		3.5	TARIFA: S/.M3		
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		3.5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		
OCTUBRE: 2022					
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/11/2022	307	LECTURA ACTUAL	FECHA:05/02/2023	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/10/2022	298	LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/01/2023	L/hab/día = 100
CONSUMO(M3)		9	CONSUMO(M3)		
TARIFA: S/.M3		4.5	TARIFA: S/.M3		PROM. CONSUMO
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4.5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		L/hab/día = 100


JASS PUYLLUCANA		JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA		
DDIGO:	103501	RECIBO:	1-41445-59	
ORDEN:	62			
NOMBRE:	CERQUÍN GUTIERREZ JOSÉ JUAN			
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA:	1 515	
CONSUMO:	AGO-2022	TARIFA: S/. 0.50 / m ³	EMISION:	01/09/2022
VENCE: 26/09/2022		DATOS DEL MEDIDOR B17SC26521		
RECIBO DE AGOSTO 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 11 M ³		ACTUAL	10/09/2022	291
		ANTERIOR	07/08/2022	280
		CONSUMO		11
		IMPORTE FACTURADOS		
		101 SERVICIO AGUA	5.50	
SON: CINCO CON 50/100 SOLES		TOTAL: S/.,*****		5.50

JASS PUYLLUCANA		JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA		
DDIGO:	103501	RECIBO:	1-41445-59	
ORDEN:	62			
NOMBRE:	CERQUÍN GUTIERREZ JOSÉ JUAN			
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA:	1 515	
CONSUMO:	SET-2022	TARIFA: S/. 0.50 / m ³	EMISION:	01/10/2022
VENCE: 26/10/2022		DATOS DEL MEDIDOR B17SC26521		
RECIBO DE SETIEMBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 7 M ³		ACTUAL	09/10/2022	298
		ANTERIOR	10/09/2022	291
		CONSUMO		7
		IMPORTE FACTURADOS		
		101 SERVICIO AGUA	3.50	
SON: TRES CON 50/100 SOLES		TOTAL: S/.,*****		3.50

JASS PUYLLUCANA		JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA		
DDIGO:	103501	RECIBO:	1-41445-59	
ORDEN:	62			
NOMBRE:	CERQUÍN GUTIERREZ JOSÉ JUAN			
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA:	1 515	
CONSUMO:	OCT-2022	TARIFA: S/. 0.50 / m ³	EMISION:	01/11/2022
VENCE: 30/11/2022		DATOS DEL MEDIDOR B17SC26521		
RECIBO DE OCTUBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 9 M ³		ACTUAL	09/11/2022	307
		ANTERIOR	10/10/2022	298
		CONSUMO		9
		IMPORTE FACTURADOS		
		101 SERVICIO AGUA	4.50	
SON: CUATRO CON 50/100 SOLES		TOTAL: S/.,*****		4.50

ANEXO N° 11. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE VIVIENDA PROVISORA N° 04 MESES OGO, SET Y OCT. 2022


 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				
	TESIS:	“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M PuyLucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”			
	TESISTA:	Cristobal Cortez Cerquín			
	ASESOR:	Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez			
	FECHA:	29/11/2022	N° FICHA:	4	
Nombre del usuario: CERQUÍN GUTIÉRREZ EUGENIO					
Número de vivienda: 4 Número de integrantes de la Familia: 2					
DATOS DEL MEDIDOR:					
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN			
MESES: AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE		FECHA:			
CÓDIGO DE MEDIDOR		CÓDIGO DE MEDIDOR			
AGOSTO: 2022 1508404		1508404			
LECTURA ACTUAL	FECHA:10/09/2022	205	LECTURA ACTUAL	FECHA:05/02/2023	CONSUMO: (L/ha/d) L/hab/día = 117
LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/08/2022	198	LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/01/2023	
CONSUMO(M3)		7	CONSUMO(M3)		
TARIFA: S/./M3		3.5	TARIFA: S/./M3		
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		3.5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		
SETIEMBRE: 2022					
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/10/2022	214	LECTURA ACTUAL	FECHA:05/02/2023	CONSUMO: (L/ha/d) L/hab/día = 150
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/09/2022	205	LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/01/2023	
CONSUMO(M3)		9	CONSUMO(M3)		
TARIFA: S/./M3		4.5	TARIFA: S/./M3		
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4.5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		
OCTUBRE: 2022					
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/11/2022	222	LECTURA ACTUAL	FECHA:05/02/2023	CONSUMO: (L/ha/d) L/hab/día = 133
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/10/2022	214	LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/01/2023	
CONSUMO(M3)		8	CONSUMO(M3)		
TARIFA: S/./M3		4	TARIFA: S/./M3		PROM. CONSUMO
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		L/hab/día = 133

	JASS PUYLUCANA	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLUCANA	
DDIGO: 104501	RECIBO: 1-40542-56	ORDEN: 59	
NOMBRE: CERQUÍN GUTIERREZ EUGENIO	DIRECCION: SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 490	
CONSUMO: AGO-2022	TARIFA: S/./m3	EMISION: 01/09/2022	
VENGE: 26/09/2022		DATOS DEL MEDIDOR 1508404	
RECIBO DE AGOSTO 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 7 M3		ACTUAL 10/09/2022	205
		ANTERIOR 07/08/2022	198
		CONSUMO	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		3.50	
SON: TRES CON 50/100 SOLES		TOTAL S/.****** 3.50	

NOMBRE: CERQUÍN GUTIERREZ EUGENIO	DIRECCION: SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 490	
CONSUMO: SET-2022	TARIFA: S/./m3	EMISION: 01/10/2022	
VENGE: 26/10/2022		DATOS DEL MEDIDOR 1508404	
RECIBO DE SETIEMBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 9 M3		ACTUAL 09/10/2022	214
		ANTERIOR 10/09/2022	205
		CONSUMO	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4.50	
SON: CUATRO CON 50/100 SOLES		TOTAL S/.****** 4.50	


NOMBRE: CERQUÍN GUTIERREZ EUGENIO	DIRECCION: SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 490	
CONSUMO: OCT-2022	TARIFA: S/./m3	EMISION: 01/11/2022	
VENGE: 30/11/2022		DATOS DEL MEDIDOR 1508404	
RECIBO DE OCTUBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 8 M3		ACTUAL 09/11/2022	222
		ANTERIOR 10/10/2022	214
		CONSUMO	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4.00	
SON: CUATRO CON 00/100 SOLES		TOTAL S/.****** 4.00	


ANEXO N° 12. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE VIVIENDA PROVISORA N° 05 MESES DE AGO, SET Y OCT. 2022


 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
	TESIS:	“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puylucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”		
	TESISTA:	Cristobal Cortez Cerquín		
	ASESOR:	Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez		
	FECHA:	29/11/2022	N° FICHA:	5

Nombre del usuario:	CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA TEÓFILA		
Número de vivienda:	5	Número de integrantes de la Familia:	5

DATOS DEL MEDIDOR:			
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN	
FECHA:		FECHA:	
CÓDIGO DE MEDIDOR		CÓDIGO DE MEDIDOR	
AGOSTO: 2022		1508330	
LECTURA ACTUAL	FECHA:10/09/2022	953	CONSUMO: (L/ha/d) L/hab/día = 133
LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/08/2022	933	
CONSUMO(M3)		20	
TARIFA: S/ .M3		10	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		10	
SEPTIEMBRE: 2022			
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/10/2022	971	CONSUMO: (L/ha/d) L/hab/día = 120
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/09/2022	953	
CONSUMO(M3)		18	
TARIFA: S/ .M3		9	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		9	
OCTUBRE: 2022			
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/11/2022	990	CONSUMO: (L/ha/d) L/hab/día = 127
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/10/2022	971	
CONSUMO(M3)		19	
TARIFA: S/ .M3		9.5	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		9.5	
		PROM. CONSUMO	
		L/hab/día = 127	

	JASS PUYLUCANA	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLUCANA
ODIGO: 103690	RECIBO: 1-42352-61	ORDEN: 59
NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA TEÓFILA	RUTA: 1 495	
DIRECCION: SECT. EL MOLLE	EMISION: 01/09/2022	
CONSUMO: AGO-2022	TARIFA: S/ 0.50 / m3	
VENCE: 26/09/2022		
RECIBO DE AGOSTO 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 20 M3		
IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 10.00 TOTAL: S/.***** 10.00 SON: DIEZ CON 00/100 SOLES		
DATOS DEL MEDIDOR 1508330 ACTUAL 10/09/2022 953 ANTERIOR 07/08/2022 933 CONSUMO 20		

	JASS PUYLUCANA	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLUCANA
ODIGO: 103690	RECIBO: 1-42352-61	ORDEN: 59
NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA TEÓFILA	RUTA: 1 495	
DIRECCION: SECT. EL MOLLE	EMISION: 01/10/2022	
CONSUMO: SET-2022	TARIFA: S/ 0.50 / m3	
VENCE: 26/10/2022		
RECIBO DE SEPTIEMBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 18 M3		
IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 9.00 TOTAL: S/.***** 9.00 SON: NUEVE CON 00/100 SOLES		
DATOS DEL MEDIDOR 1508330 ACTUAL 09/10/2022 971 ANTERIOR 10/09/2022 953 CONSUMO 18		

	JASS PUYLUCANA	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLUCANA
ODIGO: 103690	RECIBO: 1-42352-61	ORDEN: 59
NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA TEÓFILA	RUTA: 1 495	
DIRECCION: SECT. EL MOLLE	EMISION: 01/11/2022	
CONSUMO: OCT-2022	TARIFA: S/ 0.50 / m3	
VENCE: 30/11/2022		
RECIBO DE OCTUBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 19 M3		
IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 9.50 TOTAL: S/.***** 9.50 SON: NUEVE CON 50/100 SOLES		
DATOS DEL MEDIDOR 1508330 ACTUAL 09/11/2022 990 ANTERIOR 10/10/2022 971 CONSUMO 19		

“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”

ANEXO N° 13. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VIVIENDA CONTRIBUIDA N°1, SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE AGO, SET Y OCT. DEL 2022 Y CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE ENERO, FEBRERO Y MARZO DEL 2023.

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”	
	TESISTA:	Cristobal Cortez Cerquín	
	ASESOR:	Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez	
	FECHA:	20/04/2023	N° FICHA: 1
Nombre del usuario:	RAMÍREZ REQUELME SEGUNDO JESÚS		
Número de vivienda	1	Número de integrantes de la Familia	3
DATOS DEL MEDIDOR:			
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN	
MESES: AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE 2022		MESES: ENERO, FEBRERO Y MARZO 2023	
CÓDIGO DE MEDIDOR		CÓDIGO DE MEDIDOR	
AGOSTO: 2022 5958907		ENERO:2023 5958907	
LECTURA ACTUAL	FECHA: 10/09/2022	2197	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA: 07/08/2022	2182	L/hab/día = 167
CONSUMO(M3)		15	
TARIFA: S./M3		7.5	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		7.5	
SEPTIEMBRE: 2022		FEBRERO:2023	
LECTURA ACTUAL	FECHA: 09/10/2022	2210	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA: 10/09/2022	2197	L/hab/día = 144
CONSUMO(M3)		13	
TARIFA: S./M3		6.5	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		6.5	
OCTUBRE: 2022		MARZO:2023	
LECTURA ACTUAL	FECHA: 09/11/2022	2224	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA: 10/10/2022	2210	L/hab/día = 156
CONSUMO(M3)		14	
TARIFA: S./M3		7	PROM. CONSUMO
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		7	L/hab/día = 156

JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA		JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA	
DDIGO: 100534	RECIBO: 1-48379-09	ORDEN: 65	
NOMBRE: RAMÍREZ REQUELME SEGUNDO JESÚS	DIRECCION: SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 530	
CONSUMO: AGO-2022	TARIFA: S/ 0.50 / m3	EMISION: 01/09/2022	
VENCE: 26/09/2022	DATOS DEL MEDIDOR		
	5958907		
	ACTUAL: 10/09/2022	2197	
	ANTERIOR: 07/08/2022	2182	
	CONSUMO 15		
RECIBO DE AGOSTO 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:15 M3			
IMPORTE FACTURADOS			
101 SERVICIO AGUA 7.50			
SON: SIETE CON 50/100 SOLES TOTAL: S/***** 7.50			
NOMBRE: RAMÍREZ REQUELME SEGUNDO JESÚS	DIRECCION: SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 530	
CONSUMO: SET-2022	TARIFA: S/ 0.50 / m3	EMISION: 01/10/2022	
VENCE: 26/10/2022	DATOS DEL MEDIDOR		
	5958907		
	ACTUAL: 09/10/2022	2210	
	ANTERIOR: 10/09/2022	2197	
	CONSUMO 13		
RECIBO DE SETIEMBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:13 M3			
IMPORTE FACTURADOS			
101 SERVICIO AGUA 6.50			
SON: SEIS CON 50/100 SOLES TOTAL: S/***** 6.50			
NOMBRE: RAMÍREZ REQUELME SEGUNDO JESÚS	DIRECCION: SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 530	
CONSUMO: FEB-2023	TARIFA: S/ 0.50 / m3	EMISION: 01/03/2023	
VENCE: 26/03/2023	DATOS DEL MEDIDOR		
	5958907		
	ACTUAL: 11/03/2023	2313	
	ANTERIOR: 09/02/2023	2305	
	CONSUMO 8		
RECIBO DE FEBRERO 2023 CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:8 M3			
IMPORTE FACTURADOS			
101 SERVICIO AGUA 4.00			
SON: CUATRO CON 00/100 SOLES TOTAL: S/***** 4.00			
NOMBRE: RAMÍREZ REQUELME SEGUNDO JESÚS	DIRECCION: SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 530	
CONSUMO: MAR-2023	TARIFA: S/ 0.50 / m3	EMISION: 01/03/2023	
VENCE: 26/04/2023	DATOS DEL MEDIDOR		
	5958907		
	ACTUAL: 08/04/2023	2322	
	ANTERIOR: 11/03/2023	2313	
	CONSUMO 9		
RECIBO DE MARZO 2023 CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:9 M3			
IMPORTE FACTURADOS			
101 SERVICIO AGUA 4.50			
SON: CUATRO CON 50/100 SOLES TOTAL: S/***** 4.50			

“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”

ANEXO N° 14. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VIVIENDA CONTRIBUIDA N°2, SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE AGO, SET Y OCT. DEL 2022 Y CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE ENERO, FEBRERO Y MARZO DEL 2023.

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA			
TESIS:		"Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022."		DDIGO: 103590 RECIBO: 1-37826-63 ORDEN: 13		DDIGO: 103590 RECIBO: 1-37826-69 ORDEN: 16	
TESISTA:		Cristobal Cortez Cerquín		NOMBRE: CERQUÍN CÓNDR JOSÉ MIGUEL		NOMBRE: CERQUÍN CÓNDR JOSÉ MIGUEL	
ASESOR:		Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez		DIRECCION: SECT. EL MOLLE RUTA: 2 200		DIRECCION: SECT. EL MOLLE RUTA: 2 200	
FECHA:		20/04/2023 N° FICHA: 2		CONSUMO: AGO-2022 TARIFA: S/. 0.50 / m3 EMISION: 01/09/2022		CONSUMO: ENE-2023 TARIFA: S/. 0.50 / m3 EMISION: 01/02/2023	
Nombre del usuario: CERQUÍN CÓNDR JOSÉ MIGUEL				VENGE: 26/09/2022			
Número de vivienda: 2 Número de integrantes de la Familia: 3				DATOS DEL MEDIDOR 5958448			
DATOS DEL MEDIDOR:				RECIBO DE AGOSTO 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:10 M3			
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 5.00			
MESES: AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE 2022		MESES: ENERO, FEBRERO Y MARZO 2023		SON: CINCO CON 00/100 SOLES TOTAL: S/*****5.00			
CÓDIGO DE MEDIDOR		CÓDIGO DE MEDIDOR		IMPORTE FACTURADOS 101 SERVICIO AGUA 3.50			
AGOSTO: 2022 5958448		ENERO: 2023 5958448		SON: TRES CON 50/100 SOLES TOTAL: S/***** 3.50			
LECTURA ACTUAL	FECHA:10/09/2022	539	LECTURA ACTUAL	FECHA:05/02/2023	581	CONSUMO: (L/ha/d)	
LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/08/2022	529	LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/01/2023	574	L/hab/día= 111	
CONSUMO(M3)		10	CONSUMO(M3)		7		
TARIFA: S/.M3		5	TARIFA: S/.M3		3.5		
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		3.5		
SEPTIEMBRE: 2022				FEBRERO: 2023			
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/10/2022	550	LECTURA ACTUAL	FECHA:11/03/2023	589	CONSUMO: (L/ha/d)	
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/09/2022	539	LECTURA ANTERIOR	FECHA:05/02/2023	581	L/hab/día= 122	
CONSUMO(M3)		11	CONSUMO(M3)		8		
TARIFA: S/.M3		5.5	TARIFA: S/.M3		4		
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		5.5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4		
OCTUBRE: 2022				MARZO: 2023			
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/11/2022	562	LECTURA ACTUAL	FECHA:08/04/2023	595	CONSUMO: (L/ha/d)	
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/10/2022	550	LECTURA ANTERIOR	FECHA:11/03/2023	589	L/hab/día= 133	
CONSUMO(M3)		12	CONSUMO(M3)		6	PROM. CONSUMO	
TARIFA: S/.M3		6	TARIFA: S/.M3		3	L/hab/día= 122	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		6	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		3		

“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”

ANEXO N° 15. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VIVIENDA CONTRIBUIDA N°3, SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE AGO, SET Y OCT. DEL 2022 Y CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE ENERO, FEBRERO Y MARZO DEL 2023.

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		TESIS: “Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”	
TESISTA:		Cristobal Cortez Cerquín	
ASESOR:		Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez	
FECHA:		20/04/2023	N° FICHA: 3
Nombre del usuario:		CORTEZ CORTEZ GONZALO	
Número de vivienda:		3	Número de integrantes de la Familia: 2
DATOS DEL MEDIDOR:			
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN	
MESES: AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE 2022		MESES: ENERO, FEBRERO Y MARZO 2023	
CÓDIGO DE MEDIDOR		CÓDIGO DE MEDIDOR	
AGOSTO: 2022 1508328		ENERO: 2023 1508328	
LECTURA ACTUAL	FECHA:10/09/2022	51	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/08/2022	43	L/hab/día = 133
CONSUMO(M3)		8	
TARIFA: S/.M3		4	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4	
SETIEMBRE: 2022		FEBRERO: 2023	
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/10/2022	60	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/09/2022	51	L/hab/día = 150
CONSUMO(M3)		9	
TARIFA: S/.M3		4.5	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4.5	
OCTUBRE: 2022		MARZO: 2023	
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/11/2022	68	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/10/2022	60	L/hab/día = 133
CONSUMO(M3)		8	
TARIFA: S/.M3		4	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4	
		PROM. CONSUMO	
		L/hab/día = 139	

JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA																			
DDIGO:	101045	RECIBO:	1-30792-54																
ORDEN:	23																		
NOMBRE:	CORTEZ CORTEZ GONZALO																		
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA:	4 460																
CONSUMO:	AGO-2022	TARIFA: S/. 0.50 / m3	EMISION: 01/09/2022																
<p>VENCE: 26/09/2022</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">DATOS DEL MEDIDOR</th></tr> <tr><td colspan="2">1508328</td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>10/09/2022</td></tr> <tr><td>51</td><td></td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>07/08/2022</td></tr> <tr><td>43</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">CONSUMO</td></tr> <tr><td colspan="2">8</td></tr> </table> <p>RECIBO DE AGOSTO 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 8 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <p>101 SERVICIO AGUA 4.00</p> <p>SON: CUATRO CON 00/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 4.00</p>				DATOS DEL MEDIDOR		1508328		ACTUAL	10/09/2022	51		ANTERIOR	07/08/2022	43		CONSUMO		8	
DATOS DEL MEDIDOR																			
1508328																			
ACTUAL	10/09/2022																		
51																			
ANTERIOR	07/08/2022																		
43																			
CONSUMO																			
8																			
<p>VENCE: 26/10/2022</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">DATOS DEL MEDIDOR</th></tr> <tr><td colspan="2">1508328</td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>10/10/2022</td></tr> <tr><td>60</td><td></td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>10/09/2022</td></tr> <tr><td>51</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">CONSUMO</td></tr> <tr><td colspan="2">9</td></tr> </table> <p>RECIBO DE SETIEMBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 9 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <p>101 SERVICIO AGUA 4.50</p> <p>SON: CUATRO CON 50/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 4.50</p>				DATOS DEL MEDIDOR		1508328		ACTUAL	10/10/2022	60		ANTERIOR	10/09/2022	51		CONSUMO		9	
DATOS DEL MEDIDOR																			
1508328																			
ACTUAL	10/10/2022																		
60																			
ANTERIOR	10/09/2022																		
51																			
CONSUMO																			
9																			
<p>VENCE: 30/11/2022</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">DATOS DEL MEDIDOR</th></tr> <tr><td colspan="2">1508328</td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>09/11/2022</td></tr> <tr><td>68</td><td></td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>10/10/2022</td></tr> <tr><td>60</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">CONSUMO</td></tr> <tr><td colspan="2">8</td></tr> </table> <p>RECIBO DE OCTUBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 8 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <p>101 SERVICIO AGUA 4.00</p> <p>SON: CUATRO CON 00/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 4.00</p>				DATOS DEL MEDIDOR		1508328		ACTUAL	09/11/2022	68		ANTERIOR	10/10/2022	60		CONSUMO		8	
DATOS DEL MEDIDOR																			
1508328																			
ACTUAL	09/11/2022																		
68																			
ANTERIOR	10/10/2022																		
60																			
CONSUMO																			
8																			

JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA																			
DDIGO:	101045	RECIBO:	1-30792-59																
ORDEN:	28																		
NOMBRE:	CORTEZ CORTEZ GONZALO																		
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA:	4 460																
CONSUMO:	ENE-2023	TARIFA: S/. 0.50 / m3	EMISION: 01/02/2023																
<p>VENCE: 26/02/2023</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">DATOS DEL MEDIDOR</th></tr> <tr><td colspan="2">5958907</td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>05/02/2023</td></tr> <tr><td>104</td><td></td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>07/01/2023</td></tr> <tr><td>99</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">CONSUMO</td></tr> <tr><td colspan="2">5</td></tr> </table> <p>RECIBO DE ENERO 2023 CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 5 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <p>101 SERVICIO AGUA 2.50</p> <p>SON: DOS CON 50/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 2.50</p>				DATOS DEL MEDIDOR		5958907		ACTUAL	05/02/2023	104		ANTERIOR	07/01/2023	99		CONSUMO		5	
DATOS DEL MEDIDOR																			
5958907																			
ACTUAL	05/02/2023																		
104																			
ANTERIOR	07/01/2023																		
99																			
CONSUMO																			
5																			
<p>VENCE: 26/03/2023</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">DATOS DEL MEDIDOR</th></tr> <tr><td colspan="2">5958907</td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>11/03/2023</td></tr> <tr><td>108</td><td></td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>05/02/2023</td></tr> <tr><td>104</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">CONSUMO</td></tr> <tr><td colspan="2">4</td></tr> </table> <p>RECIBO DE FEBRERO 2023 CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 4 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <p>101 SERVICIO AGUA 2.00</p> <p>SON: DOS CON 00/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 2.00</p>				DATOS DEL MEDIDOR		5958907		ACTUAL	11/03/2023	108		ANTERIOR	05/02/2023	104		CONSUMO		4	
DATOS DEL MEDIDOR																			
5958907																			
ACTUAL	11/03/2023																		
108																			
ANTERIOR	05/02/2023																		
104																			
CONSUMO																			
4																			
<p>VENCE: 26/04/2023</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">DATOS DEL MEDIDOR</th></tr> <tr><td colspan="2">5958907</td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>11/03/2023</td></tr> <tr><td>113</td><td></td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>05/02/2023</td></tr> <tr><td>108</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">CONSUMO</td></tr> <tr><td colspan="2">5</td></tr> </table> <p>RECIBO DE MARZO 2023 CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO: 5 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <p>101 SERVICIO AGUA 2.50</p> <p>SON: DOS CON 50/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 2.50</p>				DATOS DEL MEDIDOR		5958907		ACTUAL	11/03/2023	113		ANTERIOR	05/02/2023	108		CONSUMO		5	
DATOS DEL MEDIDOR																			
5958907																			
ACTUAL	11/03/2023																		
113																			
ANTERIOR	05/02/2023																		
108																			
CONSUMO																			
5																			


“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”



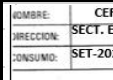
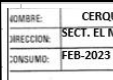
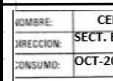
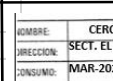
ANEXO N° 16. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VIVIENDA CONTRIBUIDA N°4, SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE AGO, SET Y OCT. DEL 2022 Y CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE ENERO, FEBRERO Y MARZO DEL 2023.

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA			
UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		TESIS: "Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022."		CODIGO: 103690B RECIBO: 1-42352-65 ORDEN: 60		CODIGO: 103690B RECIBO: 1-46917-20 ORDEN: 63	
TESISTA: Cristobal Cortez Cerquín		ASesor: Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez		NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA		NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA	
FECHA: 20/04/2023 N° FICHA: 4				DIRECCION: SECT. EL MOLLE RUTA: 1 495		DIRECCION: SECT. EL MOLLE RUTA: 1 495	
Nombre del usuario: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA		Número de vivienda: 4 Número de integrantes de la Familia: 3		CONSUMO: AGO-2022 TARIFA: S/. 0.50 / m3 EMISION: 01/09/2022		CONSUMO: ENE-2023 TARIFA: S/. 0.50 / m3 EMISION: 01/02/2023	
DATOS DEL MEDIDOR:				VENCE: 26/09/2022			
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		DATOS DEL MEDIDOR 1508330B			
MESES: AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE 2022		MESES: ENERO, FEBRERO Y MARZO 2023		ACTUAL: 10/09/2022 932			
CÓDIGO DE MEDIDOR		CÓDIGO DE MEDIDOR		ANTERIOR: 07/08/2022 920			
AGOSTO: 2022 1508330B		ENERO: 2023 1508330B		CONSUMO 12			
LECTURA ACTUAL	FECHA:10/09/2022	932	LECTURA ACTUAL	FECHA:05/02/2023	1016	CONSUMO: (L/ha/d)	
LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/08/2022	920	LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/01/2023	1010	L/hab/día = 133	
CONSUMO(M3)		12	CONSUMO(M3)		6		
TARIFA: S/.M3		6	TARIFA: S/.M3		3		
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		6	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		3		
SETIEMBRE: 2022		FEBRERO: 2023		VENCE: 26/10/2022			
LECTURA ACTUAL		FECHA:09/10/2022	943	LECTURA ACTUAL		FECHA:05/02/2023	1021
LECTURA ANTERIOR		FECHA:10/09/2022	932	LECTURA ANTERIOR		FECHA:07/01/2023	1016
CONSUMO(M3)		11	CONSUMO(M3)		5	CONSUMO: (L/ha/d)	
TARIFA: S/.M3		5.5	TARIFA: S/.M3		2.5	L/hab/día = 122	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		5.5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		2.5		
OCTUBRE: 2022		MARZO: 2023		VENCE: 30/11/2022			
LECTURA ACTUAL		FECHA:09/11/2022	953	LECTURA ACTUAL		FECHA:05/02/2023	1028
LECTURA ANTERIOR		FECHA:10/10/2022	943	LECTURA ANTERIOR		FECHA:07/01/2023	1021
CONSUMO(M3)		10	CONSUMO(M3)		7	CONSUMO: (L/ha/d)	
TARIFA: S/.M3		5	TARIFA: S/.M3		3.5	L/hab/día = 111	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		3.5	PROM. CONSUMO	
						L/hab/día = 122	
				JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA			
				CODIGO: 103690B RECIBO: 1-42352-65 ORDEN: 60			
				NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA			
				DIRECCION: SECT. EL MOLLE RUTA: 1 495			
				CONSUMO: SET-2022 TARIFA: S/. 0.50 / m3 EMISION: 01/10/2022			
				VENCE: 26/10/2022			
				DATOS DEL MEDIDOR 1508330B			
				ACTUAL: 09/10/2022 943			
				ANTERIOR: 10/09/2022 932			
				CONSUMO 11			
				IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/. 5.50			
				SON: CINCO CON 50/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 5.50			
				JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA			
				CODIGO: 103690B RECIBO: 1-46917-20 ORDEN: 63			
				NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA			
				DIRECCION: SECT. EL MOLLE RUTA: 1 495			
				CONSUMO: FEB-2023 TARIFA: S/. 0.50 / m3 EMISION: 01/03/2023			
				VENCE: 26/03/2023			
				DATOS DEL MEDIDOR 1508330B			
				ACTUAL: 11/03/2023 1021			
				ANTERIOR: 05/02/2023 1016			
				CONSUMO 5			
				IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/. 2.50			
				SON: DOS CON 50/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 2.50			
				JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA			
				CODIGO: 103690B RECIBO: 1-42352-65 ORDEN: 60			
				NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA			
				DIRECCION: SECT. EL MOLLE RUTA: 1 495			
				CONSUMO: OCT-2022 TARIFA: S/. 0.50 / m3 EMISION: 01/11/2022			
				VENCE: 30/11/2022			
				DATOS DEL MEDIDOR 1508330B			
				ACTUAL: 09/11/2022 953			
				ANTERIOR: 10/10/2022 943			
				CONSUMO 10			
				IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/. 5.00			
				SON: CINCO CON 00/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 5.00			
				JASS PUYLLUCANA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA			
				CODIGO: 103690B RECIBO: 1-46917-20 ORDEN: 63			
				NOMBRE: CERQUÍN GUTIÉRREZ MARÍA			
				DIRECCION: SECT. EL MOLLE RUTA: 1 495			
				CONSUMO: MAR-2023 TARIFA: S/. 0.50 / m3 EMISION: 01/04/2023			
				VENCE: 26/04/2023			
				DATOS DEL MEDIDOR 1508330B			
				ACTUAL: 08/04/2023 1028			
				ANTERIOR: 11/03/2023 1021			
				CONSUMO 7			
				IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/. 3.50			
				SON: TRES CON 50/100 SOLES TOTAL: S/.,***** 3.50			


“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”

ANEXO N° 17. FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VIVIENDA CONTRIBUIDA N°5, SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE AGO, SET Y OCT. DEL 2022 Y CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN MESES DE ENERO, FEBRERO Y MARZO DEL 2023.

	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
	TES IS:	“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”				
	TES ISTA:	Cristobal Cortez Cerquín				
	ASESOR:	Mg. Ing. Kely Núñez Vásquez				
	FECHA:	20/04/2023	N° FICHA:	5		
Nombre del usuario:		CERQUÍN GUTIÉRREZ TEÓFILA				
Número de vivienda		5	Número de integrantes de la Familia	2		
DATOS DEL MEDIDOR:						
SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN		CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN				
MESES: AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE 2022		MESES: ENERO, FEBRERO Y MARZO 2023				
CÓDIGO DE MEDIDOR		CÓDIGO DE MEDIDOR				
AGOSTO: 2022 1508330A		ENERO: 2023 1508330A				
LECTURA ACTUAL	FECHA:10/09/2022	836	LECTURA ACTUAL	FECHA:05/02/2023	1010	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/08/2022	827	LECTURA ANTERIOR	FECHA:07/01/2023	1006	
CONSUMO(M3)		9	CONSUMO(M3)		4	L/hab/día = 150
TARIFA: S./M3		4.5	TARIFA: S./M3		2	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4.5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		2	
SEPTIEMBRE: 2022		FEBRERO: 2023				
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/10/2022	844	LECTURA ACTUAL	FECHA:11/03/2023	1015	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/09/2022	836	LECTURA ANTERIOR	FECHA:05/02/2023	1010	L/hab/día = 133
CONSUMO(M3)		8	CONSUMO(M3)		5	
TARIFA: S./M3		4	TARIFA: S./M3		2.5	
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		2.5	
OCTUBRE: 2022		MARZO: 2023				
LECTURA ACTUAL	FECHA:09/11/2022	853	LECTURA ACTUAL	FECHA:08/04/2023	1019	CONSUMO: (L/ha/d)
LECTURA ANTERIOR	FECHA:10/10/2022	844	LECTURA ANTERIOR	FECHA:11/03/2023	1015	L/hab/día = 150
CONSUMO(M3)		9	CONSUMO(M3)		4	
TARIFA: S./M3		4.5	TARIFA: S./M3		2	PROM. CONSUMO
IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		4.5	IMPORTE POR SERVICIO DE AGUA S/.		2	L/hab/día = 144

	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA																
	DDIGO: 103690	RECIBO: 1-42352-61	ORDEN: 56														
NOMBRE:	CERQUÍN GUTIÉRREZ TEÓFILA																
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 495															
CONSUMO:	AGO-2022	TARIFA: S/ 0.50 / m3															
		EMISION: 01/09/2022															
<p>VENCE: 26/09/2022</p> <p>DATOS DEL MEDIDOR</p> <table border="1"> <tr><td>1508330A</td><td></td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>10/09/2022</td><td>836</td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>07/08/2022</td><td>827</td></tr> <tr><td>CONSUMO</td><td></td><td>9</td></tr> </table> <p>RECIBO DE AGOSTO 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:9 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <table border="1"> <tr><td>101 SERVICIO AGUA</td><td>4.50</td></tr> <tr><td>TOTAL: S/*****</td><td>4.50</td></tr> </table> <p>SON: CUATRO CON 50/100 SOLES</p>			1508330A		ACTUAL	10/09/2022	836	ANTERIOR	07/08/2022	827	CONSUMO		9	101 SERVICIO AGUA	4.50	TOTAL: S/*****	4.50
1508330A																	
ACTUAL	10/09/2022	836															
ANTERIOR	07/08/2022	827															
CONSUMO		9															
101 SERVICIO AGUA	4.50																
TOTAL: S/*****	4.50																
	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA																
	DDIGO: 103690	RECIBO: 1-46917-20	ORDEN: 63														
NOMBRE:	CERQUÍN GUTIÉRREZ TEÓFILA																
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 495															
CONSUMO:	ENE-2023	TARIFA: S/ 0.50 / m3															
		EMISION: 01/02/2023															
<p>VENCE: 26/02/2023</p> <p>DATOS DEL MEDIDOR</p> <table border="1"> <tr><td>1508330A</td><td></td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>05/02/2023</td><td>1010</td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>07/01/2023</td><td>1006</td></tr> <tr><td>CONSUMO</td><td></td><td>4</td></tr> </table> <p>RECIBO DE ENERO 2023 CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:4 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <table border="1"> <tr><td>101 SERVICIO AGUA</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>TOTAL: S/*****</td><td>2.00</td></tr> </table> <p>SON: DOS CON 00/100 SOLES</p>			1508330A		ACTUAL	05/02/2023	1010	ANTERIOR	07/01/2023	1006	CONSUMO		4	101 SERVICIO AGUA	2.00	TOTAL: S/*****	2.00
1508330A																	
ACTUAL	05/02/2023	1010															
ANTERIOR	07/01/2023	1006															
CONSUMO		4															
101 SERVICIO AGUA	2.00																
TOTAL: S/*****	2.00																
	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA																
	DDIGO: 103690	RECIBO: 1-42352-61	ORDEN: 56														
NOMBRE:	CERQUÍN GUTIÉRREZ TEÓFILA																
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 495															
CONSUMO:	SET-2022	TARIFA: S/ 0.50 / m3															
		EMISION: 01/10/2022															
<p>VENCE: 26/10/2022</p> <p>DATOS DEL MEDIDOR</p> <table border="1"> <tr><td>1508330A</td><td></td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>09/10/2022</td><td>844</td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>10/09/2022</td><td>836</td></tr> <tr><td>CONSUMO</td><td></td><td>8</td></tr> </table> <p>RECIBO DE SETIEMBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:8 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <table border="1"> <tr><td>101 SERVICIO AGUA</td><td>4.00</td></tr> <tr><td>TOTAL: S/*****</td><td>4.00</td></tr> </table> <p>SON: CUATRO CON 00/100 SOLES</p>			1508330A		ACTUAL	09/10/2022	844	ANTERIOR	10/09/2022	836	CONSUMO		8	101 SERVICIO AGUA	4.00	TOTAL: S/*****	4.00
1508330A																	
ACTUAL	09/10/2022	844															
ANTERIOR	10/09/2022	836															
CONSUMO		8															
101 SERVICIO AGUA	4.00																
TOTAL: S/*****	4.00																
	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA																
	DDIGO: 103690	RECIBO: 1-46917-20	ORDEN: 63														
NOMBRE:	CERQUÍN GUTIÉRREZ TEÓFILA																
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 495															
CONSUMO:	FEB-2023	TARIFA: S/ 0.50 / m3															
		EMISION: 01/03/2023															
<p>VENCE: 26/03/2023</p> <p>DATOS DEL MEDIDOR</p> <table border="1"> <tr><td>1508330A</td><td></td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>11/03/2023</td><td>1015</td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>05/02/2023</td><td>1010</td></tr> <tr><td>CONSUMO</td><td></td><td>5</td></tr> </table> <p>RECIBO DE FEBRERO 2023 CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:5 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <table border="1"> <tr><td>101 SERVICIO AGUA</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>TOTAL: S/*****</td><td>2.50</td></tr> </table> <p>SON: DOS CON 50/100 SOLES</p>			1508330A		ACTUAL	11/03/2023	1015	ANTERIOR	05/02/2023	1010	CONSUMO		5	101 SERVICIO AGUA	2.50	TOTAL: S/*****	2.50
1508330A																	
ACTUAL	11/03/2023	1015															
ANTERIOR	05/02/2023	1010															
CONSUMO		5															
101 SERVICIO AGUA	2.50																
TOTAL: S/*****	2.50																
	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA																
	DDIGO: 103690	RECIBO: 1-42352-61	ORDEN: 56														
NOMBRE:	CERQUÍN GUTIÉRREZ TEÓFILA																
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 495															
CONSUMO:	OCT-2022	TARIFA: S/ 0.50 / m3															
		EMISION: 01/11/2022															
<p>VENCE: 30/11/2022</p> <p>DATOS DEL MEDIDOR</p> <table border="1"> <tr><td>1508330A</td><td></td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>09/11/2022</td><td>853</td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>10/10/2022</td><td>844</td></tr> <tr><td>CONSUMO</td><td></td><td>9</td></tr> </table> <p>RECIBO DE OCTUBRE 2022 SIN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:9 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <table border="1"> <tr><td>101 SERVICIO AGUA</td><td>4.50</td></tr> <tr><td>TOTAL: S/*****</td><td>4.50</td></tr> </table> <p>SON: CUATRO CON 50/100 SOLES</p>			1508330A		ACTUAL	09/11/2022	853	ANTERIOR	10/10/2022	844	CONSUMO		9	101 SERVICIO AGUA	4.50	TOTAL: S/*****	4.50
1508330A																	
ACTUAL	09/11/2022	853															
ANTERIOR	10/10/2022	844															
CONSUMO		9															
101 SERVICIO AGUA	4.50																
TOTAL: S/*****	4.50																
	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PUYLLUCANA																
	DDIGO: 103690	RECIBO: 1-46917-20	ORDEN: 63														
NOMBRE:	CERQUÍN GUTIÉRREZ TEÓFILA																
DIRECCION:	SECT. EL MOLLE	RUTA: 1 495															
CONSUMO:	MAR-2023	TARIFA: S/ 0.50 / m3															
		EMISION: 01/04/2023															
<p>VENCE: 26/04/2023</p> <p>DATOS DEL MEDIDOR</p> <table border="1"> <tr><td>1508330A</td><td></td></tr> <tr><td>ACTUAL</td><td>08/04/2023</td><td>1019</td></tr> <tr><td>ANTERIOR</td><td>11/03/2023</td><td>1015</td></tr> <tr><td>CONSUMO</td><td></td><td>4</td></tr> </table> <p>RECIBO DE MARZO 2023 CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN CONSUMO:4 M3</p> <p>IMPORTE FACTURADOS</p> <table border="1"> <tr><td>101 SERVICIO AGUA</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>TOTAL: S/*****</td><td>2.00</td></tr> </table> <p>SON: DOS CON 00/100 SOLES</p>			1508330A		ACTUAL	08/04/2023	1019	ANTERIOR	11/03/2023	1015	CONSUMO		4	101 SERVICIO AGUA	2.00	TOTAL: S/*****	2.00
1508330A																	
ACTUAL	08/04/2023	1019															
ANTERIOR	11/03/2023	1015															
CONSUMO		4															
101 SERVICIO AGUA	2.00																
TOTAL: S/*****	2.00																

ANEXO N° 17. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA VIVIENDA N° 01.

 **UPN**
UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

"Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022."

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL PROPIETARIO(A) DE LA VIVIENDA N° 01

Sr.(a): CERQUÍN GUTIÉRREZ JUANA

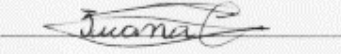
PRESENTE

Por medio del presente documento autorizo al tesista: Cristobal Cortez Cerquin responsable del proyecto titulado "Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros de Cinco Viviendas, para Optimizar el Agua Potable en el C.P.M Puyucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.", correspondiente a un estudio de tesis, entendiéndolo que el objetivo principal de la investigación es: Diseñar un Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros, Para que instale tubería y recoja el agua que sale del lavarropa, lavamanos y ducha. Además, acepto que lo hago de manera voluntaria previo consentimiento informado.

La información obtenida será utilizada sólo con fines de esta investigación, permitiendo así la recopilación de información a través de fichas de campo, fotografías y datos del recibo de pago mensual de consumo de agua potable.


Para formalizar el permiso en este estudio, firmo a continuación.

CERQUÍN GUTIÉRREZ JUANA
DNI N°: 26737446


Firma

Puyucana, 20 de octubre del 2022

ANEXO N° 18. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA VIVIENDA N° 02.

 **UPN**
UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

"Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022."

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL PROPIETARIO(A) DE LA VIVIENDA N° 02

Sr.(a): GUTIÉRREZ SANDOVAL ROSA


PRESENTE

Por medio del presente documento autorizo al tesista: Cristobal Cortez Cerquin responsable del proyecto titulado "Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros de Cinco Viviendas, para Optimizar el Agua Potable en el C.P.M Puyucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.", correspondiente a un estudio de tesis, entendiendo que el objetivo principal de la investigación es: Diseñar un Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros, Para que instale tubería y recoja el agua que sale del lavarropa, lavamanos y ducha. Además, acepto que lo hago de manera voluntaria previo consentimiento informado.

La información obtenida será utilizada sólo con fines de esta investigación, permitiendo así la recopilación de información a través de fichas de campo, fotografías y datos del recibo de pago mensual de consumo de agua potable.

Para formalizar el permiso en este estudio, firmo a continuación.


GUTIÉRREZ SANDOVAL ROSA
DNI N°: 42581899



Firma

Puyucana, 20 de octubre del 2022

ANEXO N° 19. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA VIVIENDA N° 03.

 **UPN**
UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

"Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M PuyLucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022."

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL PROPIETARIO(A) DE LA VIVIENDA N° 03

Sr.(a): CERQUÍN GUTIÉRREZ JOSÉ JUAN

PRESENTE


Por medio del presente documento autorizo al tesista: Cristobal Cortez Cerquin responsable del proyecto titulado "Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros de Cinco Viviendas, para Optimizar el Agua Potable en el C.P.M PuyLucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.", correspondiente a un estudio de tesis, entendiendo que el objetivo principal de la investigación es: Diseñar un Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros. Para que instale tubería y recoja el agua que sale del lavarropa, lavamanos y ducha. Además, acepto que lo hago de manera voluntaria previo consentimiento informado.

La información obtenida será utilizada sólo con fines de esta investigación, permitiendo así la recopilación de información a través de fichas de campo, fotografías y datos del recibo de pago mensual de consumo de agua potable.

Para formalizar el permiso en este estudio, firmo a continuación.


CERQUÍN GUTIÉRREZ JOSÉ JUAN

DNI N°: 26680618


Firma

PuyLucana, 20 de octubre del 2022

ANEXO N° 20. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA VIVIENDA N° 04.

 "Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022."

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL PROPIETARIO(A) DE LA VIVIENDA N° 04

Sr.(a): CERQUÍN GOTIÉRREZ EUGENIO

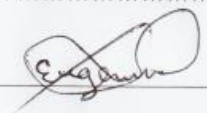
PRESENTE

Por medio del presente documento autorizo al tesista: Cristobal Cortez Cerquin responsable del proyecto titulado "Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros de Cinco Viviendas, para Optimizar el Agua Potable en el C.P.M Puyllucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.", correspondiente a un estudio de tesis, entendiendo que el objetivo principal de la investigación es: Diseñar un Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros, Para que instale tubería y recoja el agua que sale del lavarropa, lavamanos y ducha. Además, acepto que lo hago de manera voluntaria previo consentimiento informado.

La información obtenida será utilizada sólo con fines de esta investigación, permitiendo así la recopilación de información a través de fichas de campo, fotografías y datos del recibo de pago mensual de consumo de agua potable.


Para formalizar el permiso en este estudio, firmo a continuación.

CERQUÍN GOTIÉRREZ EUGENIO
DNI N°: 26661307


Firma

Puyllucana, 20 de octubre del 2022

ANEXO N° 21. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA VIVIENDA N° 05.

 **UPN**
UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

“Sistema de reutilización de aguas grises en los inodoros de cinco viviendas, para optimizar el agua potable en el C.P.M Puyucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL PROPIETARIO(A) DE LA VIVIENDA N° 05

Sr.(a): CERQUÍN GUTIÉRREZ M. TEÓFILA

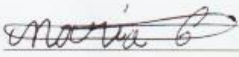
PRESENTE

Por medio del presente documento autorizo al tesista: Cristobal Cortez Cerquin responsable del proyecto titulado “Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros de Cinco Viviendas, para Optimizar el Agua Potable en el C.P.M Puyucana, Distrito de los Baños del Inca, 2022.”, correspondiente a un estudio de tesis, entendiendo que el objetivo principal de la investigación es: Diseñar un Sistema de Reutilización de Aguas Grises en los Inodoros, Para que instale tubería y recoja el agua que sale del lavarropa, lavamanos y ducha. Además, acepto que lo hago de manera voluntaria previo consentimiento informado.

La información obtenida será utilizada sólo con fines de esta investigación, permitiendo así la recopilación de información a través de fichas de campo, fotografías y datos del recibo de pago mensual de consumo de agua potable.

Para formalizar el permiso en este estudio, firmo a continuación.

CERQUÍN GUTIÉRREZ M. TEÓFILA
DNI N°: 26661275


Firma

Puyucana, 20 de octubre del 2022

ANEXO N° 22. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS EN LOS INODOROS DE CINCO VIVIENDAS, PARA OPTIMIZAR EL AGUA POTABLE EN EL C.P.M PUYLUCANA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2022. ”

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE POR VIVIENDA

I. REFERENCIAS

1.1. Nombres y apellidos: MARIO RENE CARRANZA LIZA

1.2. Grado académico: MAGISTER

1.3. Especialidad: ING. CIVIL

1.4. Institución Laboral: UPN

1.5. Lugar y fecha: 24/02/23, noviembre 2022.

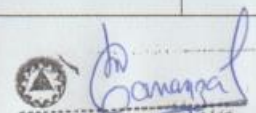
II. INDICACIONES:

En anexo se presentan la encuesta que debe evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	2
2	Formulado con lenguaje apropiado	2
3	Adecuado para el objeto de estudio	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	2
5	Suficiencia para medir las variables	2
6	Facilita la interpretación del instrumento	2
7	Acorde al campo en estudio	2
8	Expresado en hechos perceptibles	2
9	Tiene secuencia lógica	2
10	Basado en aspectos teóricos	2
	Total	20


 Mario R. Carranza Liza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 12345

Nombre: DNI: 26602358

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS EN LOS INODOROS DE CINCO VIVIENDAS, PARA OPTIMIZAR EL AGUA POTABLE EN EL C.P.M PUYLUCANA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2022. ”

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE POR VIVIENDA

I. REFERENCIAS

- 1.1. **Nombres y apellidos:** Katia Nataly Carrión Rabanal
- 1.2. **Grado académico:** Maestría
- 1.3. **Especialidad:** Ingeniería Civil
- 1.4. **Institución Laboral:** Universidad Privada del Norte
- 1.5. **Lugar y fecha:** Cajamarca 19 de noviembre 2022.

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan la encuesta que debe evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	1
2	Formulado con lenguaje apropiado	1
3	Adecuado para el objeto de estudio	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	2
5	Suficiencia para medir las variables	1
6	Facilita la interpretación del instrumento	1
7	Acorde al campo en estudio	1
8	Expresado en hechos perceptibles	1
9	Tiene secuencia lógica	1
10	Basado en aspectos teóricos	1
	Total	12



Firma

Nombre: Katia N. Carrión Rabanal

DNI: 46269439

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS EN LOS INODOROS DE CINCO VIVIENDAS, PARA OPTIMIZAR EL AGUA POTABLE EN EL C.P.M PUYLUCANA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2022.”

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE POR VIVIENDA

I. REFERENCIAS

- 1.1. **Nombres y apellidos:** David Eloy Ordóñez Bringas.
- 1.2. **Grado académico:** Maestro en Ciencias.
- 1.3. **Especialidad:** Ingeniería y Gerencia de la construcción
- 1.4. **Institución Laboral:** Universidad Privada del Norte
- 1.5. **Lugar y fecha:** Cajamarca 23 de febrero del 2023.

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan la encuesta que debe evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	2
2	Formulado con lenguaje apropiado	1
3	Adecuado para el objeto de estudio	1
4	Facilita la prueba de hipótesis	1
5	Suficiencia para medir las variables	2
6	Facilita la interpretación del instrumento	2
7	Acorde al campo en estudio	1
8	Expresado en hechos perceptibles	2
9	Tiene secuencia lógica	2
10	Basado en aspectos teóricos	1
	Total	15



Firma

Nombre: David Eloy Ordóñez Bringas

DNI: 45207910

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS EN LOS INODOROS DE CINCO VIVIENDAS, PARA OPTIMIZAR EL AGUA POTABLE EN EL C.P.M PUYLUCANA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2022. ”

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE POR VIVIENDA

I. REFERENCIAS

- 1.1. **Nombres y apellidos:** Eryln Giordany Salazar Huamán
- 1.2. **Grado académico:** Maestro en Ciencias
- 1.3. **Especialidad:** Ingeniero Civil
- 1.4. **Institución Laboral** Universidad Privada del Norte
- 1.5. **Lugar y fecha:** Cajamarca, 19 noviembre 2022.

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan la encuesta que debe evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	2
2	Formulado con lenguaje apropiado	2
3	Adecuado para el objeto de estudio	1
4	Facilita la prueba de hipótesis	1
5	Suficiencia para medir las variables	2
6	Facilita la interpretación del instrumento	2
7	Acorde al campo en estudio	2
8	Expresado en hechos perceptibles	2
9	Tiene secuencia lógica	1
10	Basado en aspectos teóricos	3
	Total	18


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Colegio de Ingenieros de Cajamarca
 ERYLN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN
 INGENIERO CIVIL
 Registro del Colegio de Ingenieros N° 181110

.....
Firma

Nombre: M. Cs. Ing. Eryln G. Salazar Huamán

DNI: 71106769

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS EN LOS INODOROS DE CINCO VIVIENDAS, PARA OPTIMIZAR EL AGUA POTABLE EN EL C.P.M PUYLLUCANA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2022.”

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE POR VIVIENDA

I. REFERENCIAS

- 1.1. **Nombres y apellidos:** Jane Elizabeth Alvarez Llanos
- 1.2. **Grado académico:** Magister.
- 1.3. **Especialidad:** Recursos Hídricos
- 1.4. **Institución Laboral:** Universidad Privada del Norte
- 1.5. **Lugar y fecha:** Cajamarca diciembre 2022.

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan la encuesta que debe evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACION
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	4
2	Formulado con lenguaje apropiado	2
3	Adecuado para el objeto de estudio	4
4	Facilita la prueba de hipótesis	No se indica la hipótesis
5	Suficiencia para medir las variables	No se indican las variables
6	Facilita la interpretación del instrumento	2
7	Acorde al campo en estudio	2
8	Expresado en hechos perceptibles	2
9	Tiene secuencia lógica	2
10	Basado en aspectos teóricos	2
	Total	20



 Firma

Nombre: Jane Alvarez Llanos

DNI: 26704585

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES EN LOS INODOROS DE CINCO VIVIENDAS, PARA OPTIMIZAR EL AGUA POTABLE EN EL C.P.M PUYLUCANA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2022.”

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE POR VIVIENDA

I. REFERENCIAS

- 1.1. Nombres y apellidos:** Felix Alejandra Velasquez Huayta
- 1.2. Grado académico:** Magister en ingeniería de la construcción
- 1.3. Especialidad:** Área de costos, presupuestos y valorizaciones
- 1.4. Institución Laboral:** UPN / Multiservicios K&F S.A.C.
- 1.5. Lugar y fecha:** 15, noviembre 2022.

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan la encuesta que debe evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	1
2	Formulado con lenguaje apropiado	1
3	Adecuado para el objeto de estudio	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	No sé cuál es su hipótesis
5	Suficiencia para medir las variables	No sé cuáles son sus variables
6	Facilita la interpretación del instrumento	2
7	Acorde al campo en estudio	2
8	Expresado en hechos perceptibles	2
9	Tiene secuencia lógica	2
10	Basado en aspectos teóricos	2
	Total	14



 FELIX ALEJANDRA VELASQUEZ HUAYTA
 Ingeniera Civil

 Reg CIP N° 222077

Firma

Nombre: Felix Alejandra Velasquez Huayta

DNI: 71821724

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS EN LOS INODOROS DE CINCO VIVIENDAS, PARA OPTIMIZAR EL AGUA POTABLE EN EL C.P.M PUYLUCANA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2022.”

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE POR VIVIENDA

I. REFERENCIAS

- 1.1. **Nombres y apellidos:** Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco
- 1.2. **Grado académico:** Maestro
- 1.3. **Especialidad:** Gerencia de la Construcción
- 1.4. **Institución Laboral** Universidad Privada del Norte
- 1.5. **Lugar y fecha:** 21, diciembre 2022.

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan la encuesta que debe evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	1
2	Formulado con lenguaje apropiado	1
3	Adecuado para el objeto de estudio	1
4	Facilita la prueba de hipótesis	1
5	Suficiencia para medir las variables	1
6	Facilita la interpretación del instrumento	1
7	Acorde al campo en estudio	1
8	Expresado en hechos perceptibles	1
9	Tiene secuencia lógica	1
10	Basado en aspectos teóricos	1
	Total	10



.....
 Firma

Nombre: Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco

DNI: 71573678

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS EN LOS INODOROS DE CINCO VIVIENDAS, PARA OPTIMIZAR EL AGUA POTABLE EN EL C.P.M PUYLUCANA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2022.”

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE POR VIVIENDA

I. REFERENCIAS

1.1. **Nombres y apellidos:** Rosmel Arturo Quiroz Machuca.

1.2. **Grado académico:** Magister.

1.3. **Especialidad:** Ingeniero Civil

1.4. **Institución Laboral:** Universidad Privada del Norte

1.5. **Lugar y fecha:** Cajamarca, 24 de enero de 2023.

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan la encuesta que debe evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACION
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	1
2	Formulado con lenguaje apropiado	1
3	Adecuado para el objeto de estudio	1
4	Facilita la prueba de hipótesis	1
5	Suficiencia para medir las variables	1
6	Facilita la interpretación del instrumento	1
7	Acorde al campo en estudio	1
8	Expresado en hechos perceptibles	1
9	Tiene secuencia lógica	1
10	Basado en aspectos teóricos	1
	Total	10



Firma

Nombre: Rosmel Arturo Quiroz Machuca

DNI: 43034737

ANEXO N° 23. PANEL FOTOGRÁFICO

	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Trazo para ubicar trampa grasa de salida de aguas grises de ducha y lavamanos en vivienda provisora.</p>
	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Trazo para ubicar trampa grasa de salida de aguas grises de lavarropa en vivienda provisora.</p>
	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Trazado y Excavación para instalar trampa de grasa y biofiltro.</p>

	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Operario tarrajando trampa de grasas.</p>
	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Instalación de tubería de entrada y salida de aguas grises del trampa grasas.</p>
	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Excavación de terreno para instalar biofiltro.</p>

	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Colocación de plástico para impermeabilizar el biofiltro.</p>
	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Colocación de material granular para filtrar las aguas grises.</p>
	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Colocación de tubería para salida de aguas grises del biofiltro al tanque de almacenamiento.</p>

	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Reconociendo la existencia de 5 biofiltros paralelos.</p>
	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Siembra de plantas acuáticas para disminuir la concentración de contaminantes.</p>
	<p style="text-align: center;"><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Distribución de aguas grises al tanque de almacenamiento para su distribución a las viviendas contribuidas.</p>