

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de ingeniería civil



**Diseño hidráulico de las instalaciones sanitarias para una  
Vivienda multifamiliar, para la reutilización de las aguas grises,  
en la provincia de Espinar, Cusco 2022**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Wilson Quispe Umire

**Asesor:**

Ing. Ecler Mamani Chambi

**Juliaca, diciembre de 2023**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Ecler Mamani Chambi, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, PARA LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS GRISES, EN LA PROVINCIA DE ESPINAR, CUSCO 2022**” el autor **Wilson Quispe Umire**, tiene un índice de similitud de 8% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 05 días del mes de febrero del año 2024.



Ing. Ecler Mamani Chambi

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 26 día(s) del mes de diciembre del año 2023 siendo las 10:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del

(de la) presidente(a):

Ing. Herson Duberly Pavi Luisi el (la) secretario(a): Mg. Lily Fea Gonzales

y los demás miembros: Mg. Fritz Willy Mamani

Apaza y el (la) asesor(a) Ing. Eder Mamani Chambi

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

Diseño hidráulico de las instalaciones sanitarias para una vivienda multifamiliar, para la reutilización de las aguas grises, en la provincia de Espinar, Cuzco 2022 del(los) bachiller(es): a) Wilson Quijpe Umire

b) \_\_\_\_\_

c) \_\_\_\_\_

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil  
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Wilson Quijpe Umire

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>14</u>	<u>C</u>	<u>Aceptable</u>	<u>Bueno</u>

Bachiller (b): \_\_\_\_\_

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c): \_\_\_\_\_

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]  
Presidente/a  
[Firma]  
Asesor/a  
[Firma]  
Bachiller (a)

[Firma]  
Miembro  
[Firma]  
Bachiller (b)

[Firma]  
Secretario/a  
[Firma]  
Miembro  
[Firma]  
Bachiller (c)

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vii
RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. MATERIALES Y METODOS .....	14
2.1 Tubería de Alimentación .....	14
2.2 Abastecimiento de agua (sistema indirecto) - almacenamiento .....	16
2.3 Sistema de impulsión .....	17
2.4 Redes de Agua fría y Caliente .....	17
2.5 Instalaciones Sanitarias de Desagüe .....	19
2.6 Pre filtros de Grava .....	20
2.7 Cisterna para la reutilización .....	20
2.8 Tanque elevado (agua reutilizada) .....	20
2.9 Sistema de Impulsión – reciclado .....	21
2.10 Redes de agua fría recolectada .....	21
3. RESULTADOS .....	22
3.1 Tubería de Alimentación .....	23
3.2 Abastecimiento de agua (sistema indirecto) – almacenamiento .....	23

3.3	Sistema de impulsión.....	23
3.4	Redes de Agua fría y Caliente .....	23
3.5	Instalaciones Sanitarias de Desagüe.....	24
3.6	Pre filtros de Grava.....	24
3.7	Tanque elevado.....	24
3.8	Cisterna para la reutilización .....	24
3.9	Sistema de Impulsión – reciclado .....	25
3.10	Redes de agua fría recolectada .....	25
4.	CONCLUSIÓN Y COMENTARIOS .....	26
	REFERENCIAS .....	28
	ANEXOS.....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Abaco de medidores según pérdida de carga. ....	36
<b>Tabla 2</b> Tabla de velocidades.....	37
<b>Tabla 3</b> Tabla de Gasto y bombeo .....	38
<b>Tabla 4</b> Aparatos sanitarios.....	40
<b>Tabla 5</b> Clasificación de los ambientes.....	41
<b>Tabla 6</b> Unidades de gasto.....	41
<b>Tabla 7</b> Unidades de gasto para el primer piso .....	43
<b>Tabla 8</b> Unidades de gasto para el segundo piso.....	43
<b>Tabla 9</b> Tabla de velocidades.....	46
<b>Tabla 10</b> Tabla de derivaciones.....	47
<b>Tabla 11</b> Tabla de derivaciones primer piso .....	48
<b>Tabla 12</b> Tabla de derivaciones segundo piso .....	49
<b>Tabla 13</b> Tabla de colectores .....	49
<b>Tabla 14</b> Tabla de pendientes .....	50
<b>Tabla 15</b> Tabla de caja de registro .....	50
<b>Tabla 16</b> Gasto de bombeo y diámetros.....	52
<b>Tabla 17</b> Clasificación de ambientes .....	54
<b>Tabla 18</b> Unidad de gasto del primer piso .....	54
<b>Tabla 19</b> Unidad de gasto del segundo piso.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Extracciones de agua dulce anual por país.....	10
<b>Figura 2</b>	Reutilización de aguas grises.....	13
<b>Figura 3</b>	Sistema Hidráulico Indirecto .....	16
<b>Figura 4</b>	Sistema Hidráulico, incluye el sistema de recolección de agua .....	19
<b>Figura 5</b>	Sistema Hidráulico de agua para el reciclaje .....	22
<b>Figura 6</b>	Sistema Hidráulico .....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Sumisión del artículo científico .....	31
<b>Anexo 2.</b>	Resolución de aprobación del perfil del proyecto .....	32
<b>Anexo 3.</b>	Resolución de dictaminación.....	33
<b>Anexo 4.</b>	Resolución de sustentación de Tesis .....	34
<b>Anexo 5.</b>	Memoria de cálculo .....	35

# **Diseño hidráulico de las instalaciones sanitarias para una Vivienda multifamiliar, para la reutilización de las aguas grises, en la provincia de Espinar, Cusco 2022**

## **RESUMEN**

El crecimiento poblacional y la escasez global de agua, afectando a más de 2100 millones de personas, destacan la necesidad urgente de estrategias sostenibles (OMS, 2017). En este contexto, la reutilización del agua se posiciona como una herramienta esencial para promover un uso eficiente y afrontar la escasez hídrica de manera sostenible. El objetivo de la presente investigación propone desarrollar un diseño hidráulico integral para las instalaciones sanitarias de una vivienda multifamiliar para la provincia de Espinar, Cusco, con el propósito de establecer un sistema efectivo para aprovechar las aguas residuales domésticas. En esta investigación, se utilizarán teorías relacionadas con el aprovechamiento de aguas grises procedentes de lavatorio, duchas y sistemas de lavandería. Se estructuró todo el sistema de agua con el objetivo de reciclar las aguas residuales, separando específicamente las descargas de aguas grises. Las aguas residuales se procesarán y almacenarán en una cisterna, luego se dirigirán a un depósito elevado exclusivamente para su uso en la descarga de inodoros.

En este estudio, se utilizó un análisis descriptivo junto con una investigación experimental enfocada en edificaciones residenciales. Se seleccionó una vivienda de cuatro pisos con azotea como muestra. Se demostró que el sistema de reutilización de aguas grises ofrece ventajas económicas a largo plazo, reduciendo el consumo mensual en un 50% en comparación con métodos convencionales, lo que permite un uso más eficiente del agua, un recurso vital para la humanidad.

**Palabra Clave:** *Diseño, Instalaciones sanitarias, Vivienda multifamiliar, Reutilización, Aguas grises.*



# **Hydraulic design of sanitary installations for a multi-family dwelling, for the reuse of gray water, in the province of Espinar, Cusco 2022.**

## **ABSTRACT**

Population growth and global water scarcity, affecting more than 2.1 billion people, highlight the urgent need for sustainable strategies (WHO, 2017). In this context, water reuse is positioned as an essential tool to promote efficient use and address water scarcity in a sustainable manner. The objective of the present research proposes to develop an integral hydraulic design for the sanitary facilities of a multifamily dwelling for the province of Espinar, Cusco, with the purpose of establishing an effective system to take advantage of domestic wastewater. In this research, theories related to the use of gray water from sinks, showers and laundry systems will be used. The entire water system was structured with the objective of recycling wastewater, specifically separating graywater discharges. The wastewater will be processed and stored in a cistern, then directed to an elevated tank exclusively for use in toilet flushing.

In this study, a descriptive analysis was used in conjunction with an experimental investigation focused on residential buildings. A four-story house with a rooftop was selected as a sample. It was demonstrated that the graywater reuse system offers long-term economic advantages, reducing monthly consumption by 50% compared to conventional methods, allowing a more efficient use of water, a vital resource for humanity.

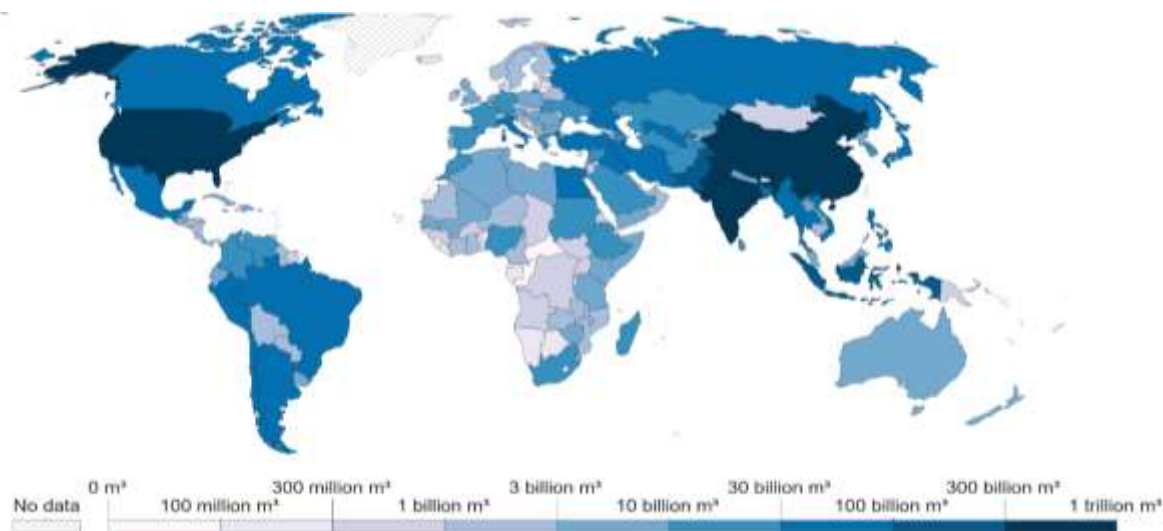
**Keywords:** *Design, Sanitary installations, Multifamily dwelling, Reuse, Gray water*

## 1. INTRODUCCIÓN

Según (Navarro Sousa & Estruch Guitart, 2023), En vista del aumento de la población en el mundo, resulta imperativo abordar la problemática del consumo de agua potable mediante enfoques más sostenibles. Una estrategia efectiva implica la reducción de dicho consumo, con el consiguiente beneficio de disminuir los costos en las tarifas de suministro. Además, se plantea la oportunidad de aprovechar las aguas provenientes de dispositivos sanitarios, como lavamanos y duchas, para su reciclado y posterior reutilización en la descarga de inodoros (Díaz, Decinti, Blanco, & Vasquez, 2021). Este enfoque no solo contribuye al ahorro de agua potable, sino que también representa una forma responsable y eficiente de utilizar nuestros recursos hídricos.

### Figura 1

*Extracciones de agua dulce anual por país*



*Nota.* Según (Ritchie & Roser, 2018), las extracciones totales de agua son la suma de las extracciones para la agricultura, la industria y municipal (usos domésticos). Las extracciones también incluyen agua de plantas desalinizadoras en países donde representan una importante fuente.

Las indagaciones y datos relativos al uso de agua potable en el mundo son amplias y variadas, y están disponibles a través de diversas fuentes, como informes gubernamentales,

organizaciones internacionales, instituciones de investigación y estudios académicos. A continuación, te proporcionamos un resumen general de algunas tendencias y datos relacionados con el consumo global de agua potable hasta la información más reciente disponible.

**Escasez de Agua:** Se estima que más de 2100 millones de personas en el mundo no tienen acceso regular a agua potable segura (OMS, 2017), La escasez de agua es una preocupación en muchas regiones debido a factores como el crecimiento de la población, la urbanización y el cambio climático.

**Consumo Doméstico:** El consumo de agua potable en los hogares varía según el país y el nivel de desarrollo (OMS, 2022). En promedio, una persona utiliza entre 100 y 200 litros de agua por día para uso doméstico, incluyendo bebida, cocina, higiene personal y limpieza.

**Agricultura e Industria:** La mayor parte del consumo de agua a nivel mundial se destina a la agricultura (alrededor del 70%) ya la industria (alrededor del 20%). Estos sectores son también importantes consumidores de agua en muchas regiones (Fallatah & R. Khattab, 2023).

**Tendencias de Uso Eficiente:** Diversos países y ciudades están implementando medidas para promover el uso eficiente del agua potable (Manco Silva, Guerrero Erazo, & Ocampo Cruz, 2012). Esto implica la incorporación de tecnologías domésticas más eficientes, la fomentación de la reutilización y reciclaje del agua, y la sensibilización acerca de la crucial importancia del ahorro hídrico.

**Desafíos de Sostenibilidad:** El aumento de la demanda de agua potable debido al crecimiento poblacional y la urbanización, junto con la degradación de fuentes de agua y los efectos del cambio climático, presentan desafíos significativos para garantizar el acceso sostenible a agua potable en el futuro (Guevara Gil, Obando, & Segura, 2019).

**Desarrollo Sostenible:** El Objetivo de Desarrollo Sostenible número 6 (ODS 6) de las Naciones Unidas se centra en garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y

el saneamiento para todos. Esto destaca la importancia de abordar la cuestión del acceso a agua potable segura y saneamiento adecuado en todo el mundo (Rendón Schneir, 2022).

Según (Melvin, M. Mansoor, & Irshad N., 2023), La práctica del reciclado y la reutilización de aguas provenientes de lavamanos y duchas representa un paso crucial hacia la conservación de agua potable. Esta iniciativa no solo conlleva un ahorro significativo en el consumo (Ghisi, Rupp, & Triska, 2014), mitigando la posibilidad de costos elevados en las tarifas, sino que también se propone como una solución sostenible para el manejo del recurso hídrico (Namavar, Shafiei, & Moghaddam, 2023).

Para lograr esto, a nivel local, se pretende implementar un sistema hidráulico adaptado, capaz de canalizar y tratar las aguas grises de manera eficiente. Estas aguas recicladas se usarán en la descarga de inodoros (Vialli, y otros, 2012), brindando una aplicación práctica y responsable de los recursos. A través de esta medida, buscamos garantizar la disponibilidad continua de agua potable en el futuro, salvaguardando la sostenibilidad de este recurso vital para las generaciones venideras.

El propósito de este estudio es crear un diseño hidráulico avanzado y eficiente para las instalaciones sanitarias de una vivienda multifamiliar ubicada en Espinar, Cusco. Dicho diseño se centrará en maximizar la reutilización de aguas grises, buscando así optimizar la administración de los recursos hídricos.

El La reutilización emerge como una opción que no solo puede reducir el consumo de agua, sino también actuar como una fuente suplementaria de suministro, especialmente en áreas con escasez, según (Noutsopoulos, y otros, 2018) y colaboradores.

## Figura 2

### Reutilización de aguas grises



*Nota.* Según (Iagua, 2017), la depuración de las aguas grises es de gran importancia ya que pueden ser regeneradas para reutilizarse como agua de riego de jardines o en la carga de cisternas de inodoros. Esta acción presenta considerables beneficios ambientales al tiempo que implica una reducción en el uso de recursos.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Tubería de Alimentación

Para la configuración de la tubería que conecta la red pública con la cisterna, se utiliza una tubería con un diámetro de 3/4 de pulgada, se considerarán factores como el caudal requerido, la distancia total, las pérdidas de carga y el diámetro óptimo para garantizar un suministro eficiente y constante de agua. Este cálculo hidráulico se basará en normativas y fórmulas estándar (RNE, 2022), asegurando la adecuada capacidad de abastecimiento y manteniendo la integridad del sistema (Gullotta, Campisano, Creaco, & Modica, 2021).

- Cálculo del gasto de entrada

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{4 \times 1000 \text{ Lt.}}{4 \times 3600 \text{ Seg.}}$$

$$Q = 0.277 \text{ Lt/seg}$$

- Cálculo del gasto de entrada

$$H = Pr - Ps - Ht$$

$$H = \frac{20 \text{ Lb}}{\text{Pulg}} - 2(1.42) - 1(1.42)$$

$$H = 15.74 \text{ Lb/Pulg}$$

**Donde:**

H = Carga disponible

Pr = Presión en la red

Ps = Presión a la salida

Ht = Altura o desnivel de la red a cisterna

- Selección del medidor que se tendrá una tubería de 3/4 pulg

$$Hfm = 50\%$$

$$H = 0.5 \left( \frac{15.74 \text{ lb}}{\text{pulg}} \right)$$

$$H = 7.87 \text{ Lb/pulg}$$

- Determinación del tamaño de la tubería que suministra agua a la cisterna

$$Q = 0.01178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

- Cálculo de velocidad para el diámetro de la tubería se tendrá de 3/4 pulg.

$$V = \frac{Q * 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (\emptyset * 2.54 * 10^{-2})^2}$$

$$V = 0.971 \text{ m/s}$$

**Donde:**

Q= Caudal (Lt/seg)

v= Volumen (Lt)

t= Tiempo (seg)

C= Factor Hazen-Williams (150 PVC)

D= Diámetro

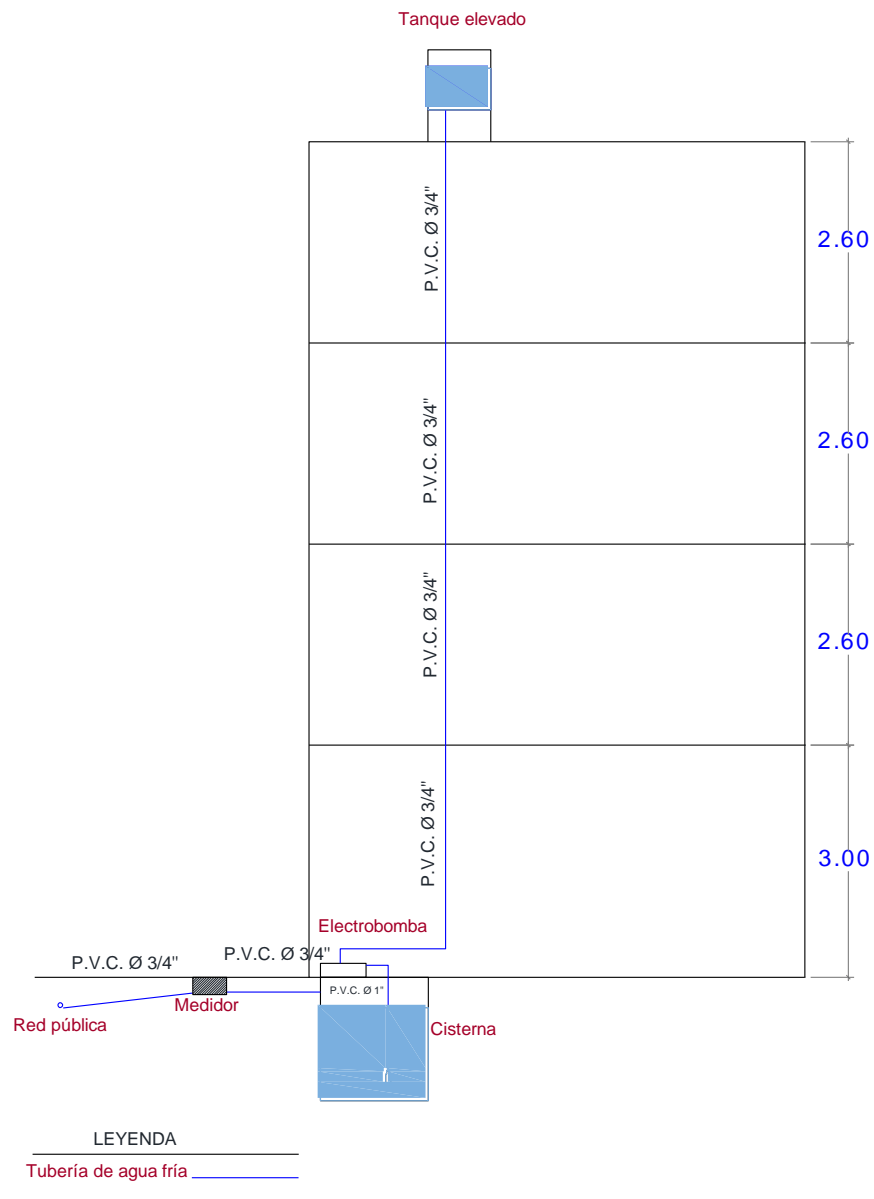
hf= Perdida carga

V= Velocidad (m/seg)

∅= Diámetro (in)

**Figura 3**

*Sistema Hidráulico Indirecto*



## 2.2 Abastecimiento de agua (sistema indirecto) - almacenamiento

El sistema de agua fría opera mediante el abastecimiento de un tanque elevado de 2.50 m<sup>3</sup>, el cual se llena mediante la impulsión de agua desde una cisterna de 4.0 m<sup>3</sup>. Este proceso garantiza un suministro constante y eficiente, manteniendo una reserva adecuada para las necesidades domésticas (RNE, 2022).

- Cálculo de volumen del tanque elevado



$$V_{te} = \frac{1}{3}D = 2.50 \text{ m}^3$$

- Cálculo de volumen del tanque cisterna de 1.70 m x 1.70 m x 1.60 m

$$V_{tc} = \frac{3}{4}D = 4.00 \text{ m}^3$$

**Donde:**

D = Dotación (Lt/día)

### 2.3 Sistema de impulsión

El Sistema de impulsión se encarga de trasladar el agua desde la cisterna hacia el tanque elevado (RNE, 2022). En este proceso, se utiliza una tubería de succión con un diámetro de 1 pulgada, conectada a un motor de 1 hp para generar el flujo necesario. Una vez en movimiento, el agua se dirige mediante una tubería de 3/4 de pulgada, asegurando una transferencia eficiente y controlada hacia el tanque superior.

- Potencia del motor para la impulsión

$$P = \frac{Q \times ADT}{75 \times n} = 1 \text{ HP}$$

**Donde:**

Q= Caudal (Lt/seg)

ADT= Altura Dinámica total (m)

n= Eficiencia del conjunto motor bomba. (0.6)

P= Potencia HP

### 2.4 Redes de Agua fría y Caliente

La red de distribución de agua fría y caliente en el edificio ha sido cuidadosamente planificada para asegurar un funcionamiento óptimo de todos los aparatos sanitarios (RNE, 2022). Se ha empleado tubería de 1 1/4 de pulgada y de 1/2 de pulgada en el diseño, logrando que el flujo de agua alcance cada punto de uso de manera eficiente. Esta elección de diámetros garantiza que tanto la presión como el caudal sean apropiados para satisfacer las

necesidades de agua fría y caliente en todo el edificio, manteniendo el confort y la funcionalidad en cada punto (Campisano, Gullotta, & Modica, 2023).

- Fórmula de Hazen-Williams

$$Q = 0.01178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

- Calculo para la velocidad para el diámetro de la tubería

$$V = \frac{Q * 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (\emptyset * 2.54 * 10^{-2})^2} = 2.20 \text{ m/s}$$

- Presión en la tubería

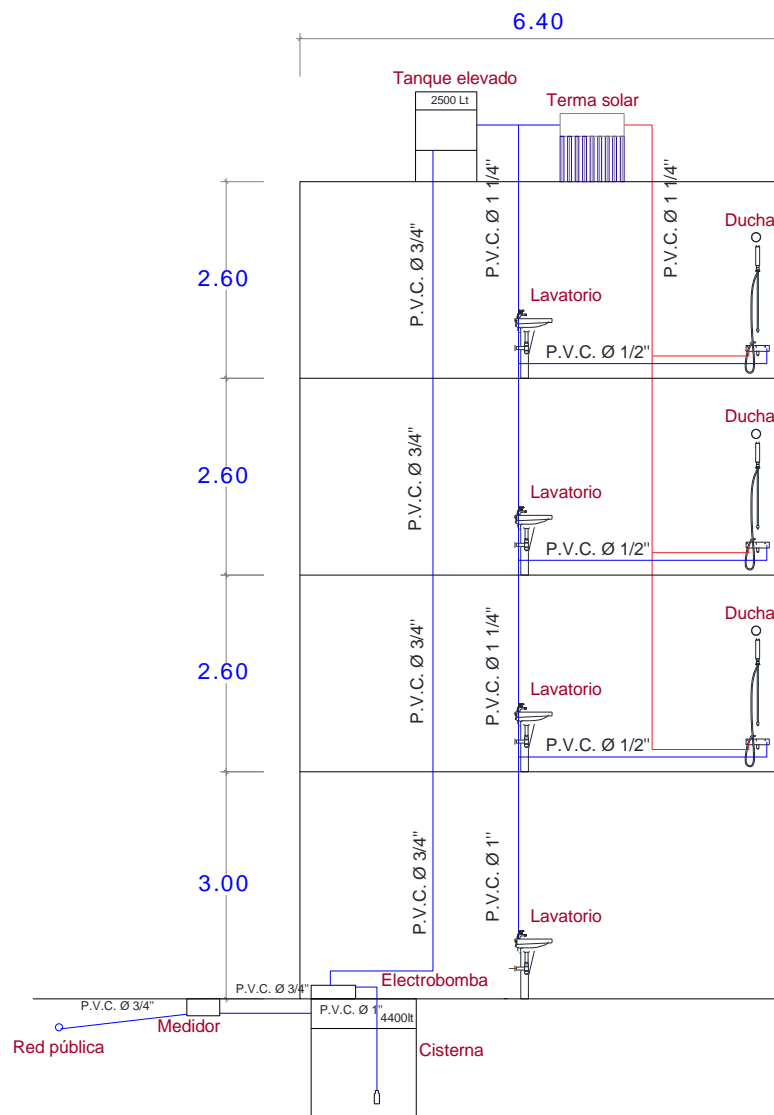
$$Pt > 2m \text{ (Cumple con lo que la norma lo exige)}$$

**Donde:**

Pt = Presión (m)

**Figura 4**

*Sistema Hidráulico, incluye el sistema de recolección de agua*



## 2.5 Instalaciones Sanitarias de Desagüe

La evacuación de aguas servidas se realiza mediante la implementación de una red de tuberías especialmente diseñadas (RNE, 2022). La bajante, con un diámetro de 4", y el montante, también de 2", conforman una infraestructura eficiente para el transporte seguro y efectivo de aguas residuales. Estos diámetros adecuados permiten una circulación correcta y previenen obstrucciones, asegurando un sistema confiable de gestión de aguas en el edificio (Marsili, Mazzoni, Marzola, Alvisi, & Franchini, 2023).

## 2.6 Pre filtros de Grava

En vista de la capacidad de almacenamiento de la cisterna de 2.00 m<sup>3</sup> para acumular la descarga hidráulica de lavamanos y duchas, se plantea la integración de múltiples prefiltros verticales de flujo para tratar el agua cruda con sedimentos y turbidez. Esta estrategia implica la implementación de tres capas de filtros distintos. El primer filtro empleará grava con un diámetro de 1 cm, seguido por un segundo filtro con grava de 2,5 cm y finalmente un tercer filtro con grava de 4 cm de diámetro. El objetivo principal de este sistema es lograr la clarificación del agua, permitiendo su reutilización en la descarga de inodoros, contribuyendo así a un uso más eficiente y responsable de los recursos hídricos (RNE, 2022).

## 2.7 Cisterna para la reutilización

Se plantea la implementación de una cisterna de 2.00 m<sup>3</sup> (1.30m x 1.50m x 1.40m) con tubería de rebose de 2" con el propósito de almacenar la descarga hidráulica procedente de lavamanos y duchas, con el fin de ser posteriormente aprovechada en el proceso de descarga de inodoros. Esta estrategia busca minimizar el consumo de agua (RNE, 2022), lo que impacta directamente en los costos tarifarios. A través de este sistema hidráulico, se pretende no solo optimizar la eficiencia del uso del recurso hídrico, sino también contribuir a la sostenibilidad en vista de la escasez previsible en el futuro.

$$V_{tc} = \frac{3}{4}D = 2.7m^3$$

## 2.8 Tanque elevado (agua reutilizada)

Se propone la instalación de un tanque elevado con una capacidad de 2.00 m<sup>3</sup>, destinado a almacenar agua proveniente de lavamanos y duchas, con el propósito de utilizarla más adelante en el proceso de descarga de inodoros, específicamente en una vivienda multifamiliar.

$$V_{te} = \frac{1}{3}D = 2 m^3$$

## **2.9 Sistema de Impulsión – reciclado**

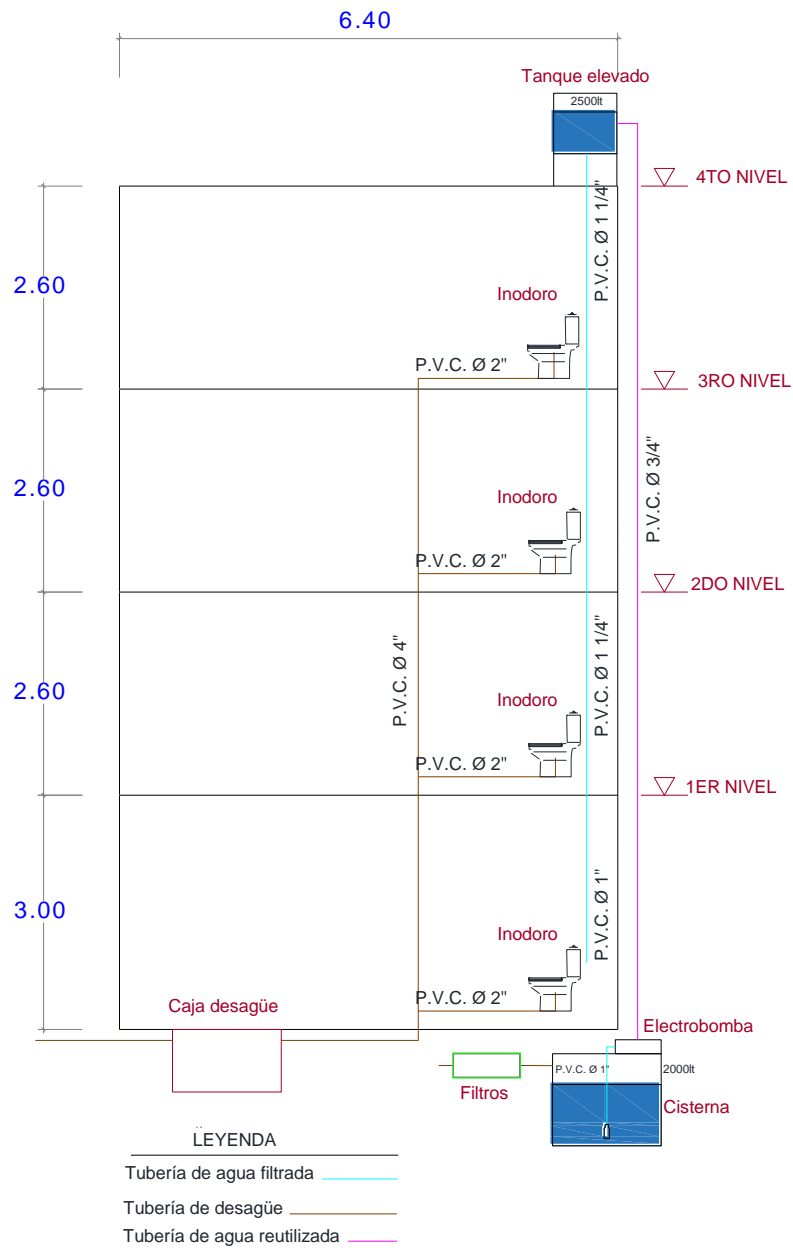
Se ha ideado un Sistema de Impulsión con la finalidad de transferir el agua desde la cisterna, donde se almacena el agua reciclada, hacia un tanque elevado designado para su almacenamiento (RNE, 2022). Este procedimiento se lleva a cabo mediante el empleo de una tubería de succión de 1 pulgada de diámetro, la cual está conectada a un motor de 1 hp con el propósito de generar el flujo requerido. Una vez que el agua entra en movimiento, es propulsada a través de una tubería de 3/4 de pulgada de diámetro, asegurando una transferencia eficiente y controlada hacia el tanque elevado.

## **2.10 Redes de agua fría recolectada**

En la distribución de la red de agua fría reciclada en el edificio ha sido minuciosamente modificada para garantizar un rendimiento óptimo en la descarga de esta agua en los inodoros. Con el fin de lograr un funcionamiento eficiente del sistema hidráulico, se ha establecido una red de conexiones estratégicamente (RNE, 2022). Para la distribución en el primer piso, se ha implementado una tubería de 1 pulgada, mientras que, en el segundo, tercer y cuarto piso se ha optado por tuberías de 1 1/4 pulgada. Para asegurar un flujo adecuado. Para conectar con los aparatos sanitarios, se ha seleccionado tubería de 1/2 pulgada, permitiendo una distribución precisa y eficaz del agua reciclada hacia los inodoros. Esta configuración de transporte garantiza un sistema de descarga óptima y sostenible en todo el edificio (Campisano, Gullotta, & Modica, 2023).

**Figura 5**

*Sistema Hidráulico de agua para el reciclaje*



### 3. RESULTADOS

El enfoque de tu artículo científico aborda la descripción detallada del diseño y los análisis hidráulicos para establecer un sistema de reutilización de aguas grises en una residencia multifamiliar ubicada en Espinar, Cusco.

El diseño hidráulico sugerido para aprovechar aguas grises en la residencia multifamiliar ha tenido en cuenta diversos aspectos fundamentales, como la estimación de caudales, dimensiones de tuberías, potencias de motores y planificación de la red. A continuación, se exponen algunos de los resultados más relevantes:

### **3.1 Tubería de Alimentación**

Se realizaron cálculos para determinar los caudales necesarios, los diámetros óptimos y las velocidades adecuadas con el objetivo de asegurar un suministro eficiente y continuo de agua desde la red pública hasta la cisterna.  $\varnothing$  del medidor 3/4" y  $\varnothing$  de la tubería de la alimentación 3/4" óptimos para el diseño y está bajo la norma (RNE, 2022).

### **3.2 Abastecimiento de agua (sistema indirecto) – almacenamiento**

Se ha diseñado un sistema que incluye un tanque elevado y una cisterna para asegurar un suministro constante y eficiente de agua fría a la vivienda.

De acuerdo a los lineamientos de la norma (RNE, 2022), el almacenamiento mínimo debería ser 1000 Lt, se tiene un tanque elevado de 2.50 m<sup>3</sup>, el cual se llena mediante la impulsión de agua desde una cisterna de 4.00 m<sup>3</sup>, podemos confirmar que si está dentro de lo que exige la normativa.

### **3.3 Sistema de impulsión**

Se ha determinado y evaluado la potencia requerida para un motor de 1 HP, necesario para bombear el agua desde la cisterna hasta el tanque elevado mediante una tubería de 3/4", garantizando un flujo apropiado.

### **3.4 Redes de Agua fría y Caliente**

Se ha diseñado la distribución de agua fría y caliente en el edificio utilizando tuberías de diferentes diámetros para garantizar un flujo óptimo en todos los puntos de uso. Además, se ha empleado tubería de 1 1/4 de pulgada y de 1/2 de pulgada en el diseño, logrando que

el flujo de agua alcance cada punto de uso de manera eficiente. Esta elección de diámetros garantiza la presión, mínimamente la normativa IS-010 exige que sea mayor a 2.00 m de esta manera aseguramos que el diseño es eficiente.

### **3.5 Instalaciones Sanitarias de Desagüe**

Se elaboró un diseño de sistema de tuberías para el desagüe de aguas residuales, con una bajante de 4" y un montante de 2". Este diseño garantiza un transporte seguro y eficiente de aguas servidas, cumpliendo con los requisitos establecidos por la normativa IS-010.

### **3.6 Pre filtros de Grava**

Se ha planteado la incorporación de pre filtros verticales de flujo en la cisterna para tratar el agua cruda antes de su reutilización, mejorando su calidad. Los prefiltros, según lo establecido en la norma OS-020, desempeñan un rol importante en el proceso de reciclado y reutilización de aguas. Su función radica en la eliminación de partículas y sedimentos presentes en el agua cruda. El primer filtro empleará grava con un diámetro de 1 cm, seguido por un segundo filtro con grava de 2,5 cm y finalmente un tercer filtro con grava de 4 cm de diámetro, es eficiente porque la misma norma lo recomienda (OS-020, 2022).

### **3.7 Tanque elevado**

Se ha propuesto la implementación de un tanque elevado de 2.00 m<sup>3</sup> de almacenamiento de aguas para el uso de descarga en los inodoros de cada nivel de vivienda multifamiliar.

### **3.8 Cisterna para la reutilización**

Se ha propuesto una cisterna de capacidad de almacenamiento de aguas grises de 2.70 m<sup>3</sup> (1.30mx1.50mx1.40m) con tubería rebose de Ø 2", con el propósito de ser



posteriormente aprovechada en el proceso de descarga de inodoros, contribuyendo así al ahorro de agua potable.

### **3.9 Sistema de Impulsión – reciclado**

Se ha concebido un sistema para trasladar el agua reciclada desde la cisterna hasta un tanque elevado, utilizando una tubería de 3/4 de pulgada.

### **3.10 Redes de agua fría recolectada**

Se ha diseñado similar a la distribución de agua fría y caliente, Por lo que su cálculo de diámetro, caudal y presión está bajo la normativa con tuberías de 1" en primer nivel 1 1/4" segundo, tercero nivel y cuarto nivel.

El artículo resalta la relevancia de incorporar la reutilización de aguas grises como una estrategia sostenible en la gestión de recursos hídricos en un entorno residencial multifamiliar. Mediante cálculos hidráulicos detallados y un diseño meticuloso, se presenta un sistema que puede favorecer tanto al ahorro de agua potable como a la reducción de costos en las tarifas de suministro. Además, se subraya la importancia de esta iniciativa en el contexto de la escasez de agua y la necesidad de abordar los desafíos de sostenibilidad (Stone, y otros, 2023).

El análisis resalta cómo cada componente del diseño, desde la tubería de alimentación hasta los sistemas de impulsión y las redes de distribución, ha sido cuidadosamente calculado para garantizar la eficiencia y la funcionalidad del sistema en su conjunto ( Jiménez Osorio & Meirelles Lima, 2023). Además, se destaca el enfoque en la clarificación y tratamiento del agua antes de su reutilización, lo que contribuye a mantener la calidad del recurso y promover su uso responsable.

#### **4. CONCLUSIÓN Y COMENTARIOS**

En un mundo donde la escasez de agua potable se convierte en una creciente preocupación debido al incremento poblacional y los desafíos asociados al cambio climático, es imperativo adoptar enfoques sostenibles para el consumo del agua. Este artículo ha explorado la estrategia de reciclado y reutilización de aguas grises provenientes de lavamanos y duchas como una respuesta efectiva y responsable para la conservación del agua potable.

La investigación presentada resalta la importancia de abordar de manera integral la gestión del recurso hídrico. Desde la evaluación de la escasez de agua potable a nivel global hasta el diseño de sistemas hidráulicos innovadores, se demuestra que cada paso en este proceso es fundamental para garantizar un acceso sostenible y continuo al agua potable.

El énfasis en la reutilización de aguas grises, especialmente en la descarga de inodoros, emerge como una solución prometedora. La propuesta de diseño e implementación de sistemas de reciclado, como se describe en este artículo, puede lograr ahorros significativos de agua potable, al mismo tiempo que contribuye a la reducción de costos en las tarifas de suministro.

La adopción de medidas para el uso eficiente del agua, la planificación cuidadosa de sistemas de abastecimiento y distribución, junto con estrategias de tratamiento de aguas residuales, como los prefiltros de grava, evidencia la viabilidad y la importancia de un enfoque holístico en la gestión de recursos hídricos.

La implementación de tecnologías sostenibles, como los sistemas de impulsión y las redes de distribución de agua reciclada, no solo es esencial para el presente, sino que también tiene un impacto crucial en la preservación de recursos para las generaciones futuras. A través de estas soluciones hidráulicas innovadoras, se puede asegurar un acceso continuo a agua potable, al mismo tiempo que se aborda la creciente preocupación por la disponibilidad de este recurso vital.

**Conflictos de intereses:**

Los autores afirman que no poseen intereses financieros en conflicto ni mantienen relaciones personales conocidas que pudieran haber tenido influencia en el trabajo presentado en este documento.

## REFERENCIAS

- Jiménez Osorio , D. A., & Meirelles Lima, G. (2023). Análisis hidráulico y económico para la rehabilitación de redes de distribución de agua mediante limpieza y sustitución de tuberías y reparación de fugas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. doi:10.1590/2318-0331.282320220103
- OMS. (21 de Marzo de 2022). Obtenido de Agua para consumo humano: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Campisano, A., Gullotta, A., & Modica, C. (2023). Una Campaña Expedita de Experimentos de Campo para el Análisis Preliminar del Comportamiento Hidráulico de las Redes de Distribución de Agua Intermitente. *Agua (Suiza)*. doi:10.3390/w15061102
- Díaz, M. A., Decinti, A., Blanco, D., & Vasquez, K. (2021). Metodología para la reutilización de aguas grises en viviendas ubicadas en áreas de estrés hídrico y estrés hídrico extremo - Caracterización, calidad y opciones de tratamiento para su reuso en Chile. *Informes de la Construcción, Volumen 73*(<https://doi.org/10.3989/ic.80823>), 1-12.
- Fallatah, O., & R. Khattab, M. (2023). Evaluación de la calidad de las aguas subterráneas y su idoneidad para el riego y el consumo humano en Arabia Saudí. *MDPI*, <https://doi.org/10.3390/w15132352>.
- Ghisi, E., Rupp, R. F., & Triska, Y. (2014). Comparación de indicadores para jerarquizar estrategias de ahorro de agua potable en edificios. *Recursos, Conservación y Reciclaje*, 137-144. doi:10.1016/j.resconrec.2014.04.001
- Guevara Gil, A., Obando, W., & Segura, F. (2019). *La Gestión de la calidad del agua en el Perú*. Lima - Perú: ISBN: 978-612-47925-2-6.
- Gullotta, A., Campisano, A., Creaco, E., & Modica, C. (2021). Una metodología simplificada para la ubicación y ajuste óptimos de válvulas para mejorar la equidad en los sistemas de distribución de agua intermitentes. *Gestión de Recursos Hídricos*. doi:10.1007/s11269-021-02962-9
- Gullotta, A., Campisano, A., Farmani, R., Butler, D., Creaco, E., & Modica, C. (2021). Ubicación Óptima de Válvulas para Mejorar la Equidad en Sistemas de Distribución de Agua Intermitente. *Revista de Planificación y Gestión de Recursos Hídricos*. doi:10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001370

- Manco Silva, D. G., Guerrero Erazo, J., & Ocampo Cruz, A. M. (2012). Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 11, No. 21 pp. 23-38 - ISSN 1692-3324.
- Marsili, V., Mazzoni, F., Marzola, I., Alvisi, S., & Franchini, M. (2023). Rehabilitación de Sistemas de Suministro de Agua Intermitente a través de una Metodología Multifásica Basada en Análisis de Redes y Modelación Hidráulica. *Revista de Planificación y Gestión de Recursos Hídricos*. doi:10.1061/JWRMD5.WRENG-6116
- Melvin, D., M. Mansoor, A., & Irshad N., J. (2023). Selección de opciones de reutilización de aguas grises utilizando técnicas de toma de decisiones de criterios múltiples. *Water Conservation Science and Engineering*, DOI: 10.1007/s41101-023-00181-4.
- Namavar, M., Shafiei, M., & Moghaddam, M. (2023). Desarrollo de un marco de evaluación basado en indicadores para evaluar la sostenibilidad de la gestión del agua urbana. *Producción y consumo sostenible*, DOI: 10.1016/j.spc.2023.06.006.
- Navarro Sousa, S., & Estruch Guitart, V. (2023). Ahorro hídrico y análisis económico del aprovechamiento del agua de lluvia y reutilización de aguas grises en edificios: estimación en una población del Levante mallorquín (España). *Cuadernos Geográficos*, Volumen 62(DOI: <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v62i2.26054>), 5-29.
- OMS. (12 de 07 de 2017). Recuperado el 08 de 08 de 2023, de 2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro: <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>
- OS-020. (2022). Reglamento Nacional de Edificaciones. En Planta de tratamiento para consumo humano (OS-020). Lima.
- Rendón Schneir, E. (2022). El enfoque económico en la gestión sostenible del agua. Lima: ISBN 978-612-5086-03-7.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2018). Uso del agua y estrés. Obtenido de Extracciones de agua dulce por país: <https://ourworldindata.org/water-use-stress>
- RNE. (2022). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. En C. y. Ministerio de Vivienda, REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Stone, T., Thompson, J., Tyndall, J., Dickey, L., Rehmann, C., Summers, H., & Zimmerman, E. (2023). Una revisión sistemática de la equidad social en los análisis FEWS. *Fronteras en Ciencias Ambientales*. doi:10.3389/fenvs.2023.1028306

Vialli, C., Sablayrolles, C., Lovera, M., Jacob, S., Huau M., C., & Montrejaud Vignoles, M. (2012). Monitoreo de la calidad del agua y evaluación hidráulica de un sistema de recolección de escorrentía del techo de una casa en Francia. *Gestión de recursos hídricos*, 2233-2241. doi:10.1007/s11269-012-0012-6

## ANEXOS

### Anexo 1. Sumisión del artículo científico

#### Revista ingeniería de construcción

<https://revistaingenieriaconstruccion.uc.cl/index.php/ric/index>

 HOME

ACERCA DE    BUSCAR    ACTUAL    ARCHIVOS    PRÓXIMOS ARTÍCULOS

Inicio > Usuario/a > Autor/a > **Envíos activos**

**ACTIVO/A**    ARCHIVAR

---

ID.	DD-MM ENVIAR	SECC	AUTORES/AS	TÍTULO	ESTADO
1672	08- 11	INV	QUISPE UMIRE	DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA...	Asignación en espera

---

#### Empezar un nuevo envío

HAGA CLIC AQUÍ para ir al primer paso del proceso de envío en cinco pasos.

---

#### Enlaces refeedback

---

TODOS	NUEVO	PUBLICADO	OMITIDOS				
FECHA DE CREACIÓN	VISITAS	URL	ARTÍCULO	TÍTULO	ESTADO	ACCIÓN	
<i>No hay ningún enlace refeedback.</i>							

---

## Anexo 2. Resolución de aprobación del perfil del proyecto



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

RESOLUCIÓN N° 0160-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Naña 18 de abril de 2023

### VISTO:

El expediente de **Wilson Quispe Umire**, identificado(a) con Código Universitario N° 201510769, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

### CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Wilson Quispe Umire**, ha solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Diseño hidráulico de las instalaciones sanitarias para una vivienda multifamiliar, para la reutilización de las aguas grises, en la provincia de Espinar, Cusco 2022" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

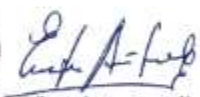
Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 18 de abril de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

### SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Diseño hidráulico de las instalaciones sanitarias para una vivienda multifamiliar, para la reutilización de las aguas grises, en la provincia de Espinar, Cusco 2022**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar como asesor a **Ing. Ecler Mamani Chambl** para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Lily Zea Gonzales** y **Mg. Fritz Willy Mamani Apaza**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
DECANA



  
Dr. Santiago Ramírez López  
SECRETARIO ACADÉMICO

cc:  
-Interesado  
-Asesor  
-Dirección General de Investigación  
-Archivo



### Anexo 3. Resolución de dictaminación



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

RESOLUCIÓN N° 0468-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Naña 22 de agosto de 2023

#### VISTO:

El expediente de **Wilson Quispe Umire**, identificado(a) con código universitario N° 201510769, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

#### CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la designación del Comité Dictaminador del proyecto de tesis;

Que **Wilson Quispe Umire**, ha concluido el desarrollo de la tesis en formato artículo y con la opinión favorable de su asesor, solicita la designación del Comité Dictaminador respectivo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 22 de agosto de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

#### SE RESUELVE:

Designar el Comité Dictaminador encargado de administrar el proceso de dictamen correspondiente a la tesis en formato artículo, titulada "Perfil de proyecto de investigación: "Diseño hidráulico de las instalaciones sanitarias para una vivienda multifamiliar, para la reutilización de las aguas grises, en la provincia de Espinar, Cusco 2022", presentado por **Wilson Quispe Umire**, otorgándole un plazo máximo de diez (10) hábiles, posterior a la fecha de recepción de la presente resolución, para emitir el dictamen respectivo a través de la plataforma oficial.

Dictaminador 1: Mg. Lily Zea Gonzales

Dictaminador 2: Mg. Fritz Willy Mamani Apaza

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
DECANA



  
Mg. Ketty Magaly Arellano Lino  
SECRETARIA ACADÉMICA

CC:  
-Intercedido  
-Jurado (02)  
-Archivo

## Anexo 4. Resolución de sustentación de Tesis



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

RESOLUCIÓN N° 0959-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Naña, 12 de diciembre de 2023

### VISTO:

El expediente del (de la) bachiller **Wilson Quispe Umire** identificado(a) con código universitario N° **201510769**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

### CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la sustentación de la tesis en formato artículo;

Que el Comité Dictaminador ha emitido su dictamen aprobando el informe de tesis titulado "Diseño hidráulico de las instalaciones sanitarias para una Vivienda multifamiliar, para la reutilización de las aguas grises, en la provincia de Espinar, Cusco 2022", presentado por el(la) bachiller **Wilson Quispe Umire**, reuniendo de esta manera las condiciones previas para la declaratoria de expedito para la programación de la sustentación;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 12 de diciembre de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de investigación de la Universidad;

### SE RESUELVE:

1. Declarar expedito al (a la) bachiller **Wilson Quispe Umire**, para que sustente la tesis en formato artículo titulada "Diseño hidráulico de las instalaciones sanitarias para una Vivienda multifamiliar, para la reutilización de las aguas grises, en la provincia de Espinar, Cusco 2022", conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil, el 26 de diciembre de 2023, a las 10:00 horas, en el Auditorio Wellesley Muir.
2. Designar el Jurado de Sustentación, encargado de gestionar la sustentación respectiva, el mismo que queda constituido por los siguientes miembros:

Presidente: Ing Herson Duberly Pari Cusi  
Secretario: Mg. Lily Zen Gonzales  
Asesor: Ing. Ecler Mamani Chambi  
Vocal: Mg. Fritz Willy Mamani Apaza

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
DECANA



  
Mg. Ketty Magaly Arellano Lino  
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:  
-Intercaño  
-Jurado (04)  
-Secretaría General  
-Archivos

## Anexo 5. Memoria de cálculo

### 1. Cálculo de la tubería de alimentación de la Red pública hasta la cisterna

#### 1.1. Cálculo de la tubería de alimentación de la red pública hasta la cisterna

El cálculo de la tubería de alimentación se efectuará considerando que la cisterna se llena en horas mínimo consumo en las que se obtiene la presión máxima y que corresponde a un periodo de tiempo de 4 horas.

**Para el cálculo de la tubería hay que tener en cuenta la siguiente:**

- Presión en la red pública = **20 libras / pulg.**
- Presión mínima de agua a la salida de la cisterna = **2.00m**
- Desnivel entre la red pública y el punto de entrega a la cisterna = **1.00m**
- Longitud de la línea de servicio = **15.00m**
- Tiempo de llenado de la cisterna en 4 horas = **4 horas**
- Volumen de la cisterna = **4m<sup>3</sup>**
- Accesorios a utilizar.

#### Cálculo del gasto de entrada

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}}$$

$$Q = \frac{4 \times 1000 \text{lt.}}{4 \times 3600 \text{seg.}}$$

$$Q = 0.277 \text{ lt/seg}$$

#### Cálculo de carga disponible

**Donde:**

H= carga disponible

Pr=presión en la red

Ps= presión en la salida

Ht= altura o desnivel de la red a cisterna

$$H = Pr - Ps - Ht$$

$$H = \frac{20 \text{lb}}{\text{lib}} - 2(1.42) - 1(1.42)$$

$$H = 15.74 \text{ lb/plg}^2$$

#### Selección del medidor

Siendo la misma máxima pérdida de la carga del medidor el 50% de la carga disponible se tiene:

$$H_{fn} = 50\% H$$

$$H_{fm} = 0.50(15.74 \text{ lb/pulg}^2)$$

$$H_{fm} = 7.84 \text{ lb/pulg}^2$$

Como pérdida de carga será de 7.84 lb/pulg<sup>2</sup> y a ello se selecciona el medidor de 3/4".

**Tabla 1**

*Abaco de medidores según pérdida de carga.*

Diametro	Perdida de Carga
5/8"	10.5 libras/pulg <sup>2</sup> (7.5m)
3/4"	3.8 libras/pulg <sup>2</sup> (2.66m)
1"	1.7 libras/pulg <sup>2</sup> (1.18m)

### Selección de diámetro de tubería

Como el medidor ocasiona una pérdida de carga de 3.89 libras/pulg<sup>2</sup> la nueva carga será según cálculo.

$$H = \frac{15.74 \text{ libras}}{\text{pulg}^2} - \frac{3.8 \text{ libras}}{\text{pulg}^2}$$

$$H = \frac{11.94 \text{ libras}}{\text{pulg}^2}$$

Asumiendo la tubería de 3/4".

### Calculamos el diámetro de la tubería de alimentación a la cisterna

$$Q = 0.0178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$Q = 150 \text{ pvc}$$

$$V = \frac{Q \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (Q \times 2.54 \times 10^2)^2}$$

$$Q = \frac{0.277 \text{ lt}}{\text{seg}}$$

$$V = \frac{0.277 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (0.75 \times 2.54 \times 10^2)^2}$$

$$V = 0.971 \text{ m/s}$$

$$0.277 = 0.0178(150)(0.75)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.061125 \text{ m}$$

Según la norma IS-010 indica para la red de distribución para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución las velocidades mínimas será 0.60m/s y la velocidad máxima será según tabla.

**Tabla 2**

*Tabla de velocidades*

Diámetro (mm)	máxima velocidades
15 (1/2)	1.9
20(3/4)	2.2
25(1)	2.48
32(1 1/4)	2.85
40 y mayores (1 1/2 mayores)	3

### **Cálculo de las longitudes equivalentes**

Longitud equivalente será de 1.70 m.

- 01 válvula de paso = 0.10
- 01 válvula compuerta =0.10
- 01 codo de 90 =0.60
- 01 codo de 90 =0.60
- 01 codo de 45 =0.30

Calculamos longitud total

$$longitud\ total = 1.70 + 15$$

$$longitud\ total = 16.70m$$

$$hftotal = 16.70 \times 0.061125 \times 1.42$$

$$hftotal = 1.449513lb/pulg^2$$

$$hf = 0.753m = \frac{1.449513lb}{pulg^2} = < \frac{11.94lb}{pulg^2} \text{ (cumple)}$$

- El diámetro de la tubería de medidor será de 3/4"
- El diámetro de la tubería de alimentación será de 3/4"

## **2. Abastecimiento de agua por el sistema indirecto convencional – almacenamiento**

### **2.1. Cisterna**

$$Vtc = \frac{3}{4} D = 4.00 m^3$$

### **2.2. Tanque Elevado**

$$V_{te} = \frac{1}{3}D = 2.50 \text{ m}^3$$

**Donde:**

V<sub>tc</sub> = Volumen del tanque cisterna (m<sup>3</sup>)

V<sub>te</sub> = Volumen del tanque elevado (m<sup>3</sup>)

D = Dotación (Lt/día)

**Norma IS - 010**

---

**INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES**

---

**CAPITULO II – AGUA FRÍA**

**Artículo 8°. - ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN**

Cuando fuere necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las 3/4 partes del consumo diario y la del segundo no menor de 1/3 de dicho consumo; cada uno de ellos con un mínimo de 1000 L.

---

**3. Sistema de impulsión**

**3.1. Potencia de equipos**

**Donde:**

P=potencia del equipo de bombeo en Hp.

Q=caudal de bombeo expresado en L/seg.

ADT=altura dinámica total de bombeo expresado en m.c.a.

N=eficiencia del conjunto motor bomba.

$$P = \frac{Q \times ADT}{75 \times n}$$

$$P = \frac{0.347 \times 21.25}{75 \times 0.6}$$

$$P = 0.16386 \text{ hp} = 1 \text{ hp}$$

La norma IS-010 para el diámetro de las tuberías de impulsión es en función del gasto de bombeo según la tabla y formulas.

**Tabla 3**

*Tabla de Gasto y bombeo*

Gasto de bombeo en lt/seg	Diámetro de la tubería de impulsión
hasta 0.50	20(3/4")
hasta 1.00	25(1")

hasta 1.60	32(1/4")
hasta 3.00	40(1 1/2")
hasta 5.00	50(2")
hasta 8.00	65(2 1/2")
hasta 15.00	75(3")
hasta 25.00	100 (4")

$$Vte = \frac{1}{3} \text{ Dotación}$$

$$Vte = 2.5$$

$$Qllenado = \frac{\text{volumen} \times 10^3}{Tx \ 3600 \text{ seg}}$$

$$Qllenado = \frac{2.5 \times 10^3}{2 \text{ horas} \times 3600 \text{ seg}}$$

$$Qllenado = 0.347 \text{ lt/seg}$$

Según el cálculo el diámetro de la tubería de impulsión será de 3/4".

### 3.2. Cálculo de la pérdida de carga en la tubería de succión

Diámetro de la tubería de succión será 1".

$$Q = 0.0178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$0.347 = 0.0178 (150)(1)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.02285$$

### 3.3. Cálculo de longitudes equivalentes en los accesorios

- 01 válvula de pie = 6.920
  - 01 codo corriente de 90 = 1.023
  - 01 válvula compuerta = 0.216
- Total de longitudes = **8.159**

$$\text{longitudes de succión} = 1.95 + 0.20 + 0.20$$

$$\text{longitudes de succión} = 2.35m$$

$$hfs = (2.35 + 8.159)(0.02285)$$

$$hfs = 0.24013$$

### 3.4. Cálculo de la pérdida de carga en la tubería de impulsión

$$Q = 0.0178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$0.347 = 0.0178 (150)(0.75)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.09277$$

### 3.5. Cálculo de longitudes equivalentes en los accesorios

- 02 codos corrientes de 90 = 2x0.777
- 04 tees = 4x1.554
- 01 válvula compuerta abierta = 0.164

Total = **7.934**

$$\text{longitud de impulsión} = 4.70 + 3(2.60) + 1 + 1.65$$

$$\text{longitud de impulsión} = 15.15\text{m}$$

$$hf1 = (15.15 + 7.934)(0.09277)$$

$$hf1 = 2.14150$$

$$ADT = Hg + Hs + \Sigma hf + Ps + ku2$$

**Donde:**

ADT= altura dinámica total a vencer

Hg= desnivel geométrico entre el eje de la bomba y el nivel de entrega de agua

Hs= desnivel geométrico entre el eje de la bomba y el nivel mínimo de agua a succionar

$\Sigma hf$ = sumatoria de las pérdidas de las cargas en la línea de succión en la línea de impulsión y en los accesorios de ambas líneas

Ps= presión de servicio de entrega del agua en la descarga

Ku2/seg= carga de velocidad

$$ADT = (1.95 + 0.20) + (13.45 - 0.20) + (0.24013 + 2.14150) + (0.347 \times 10)$$

$$ADT = 21.25 \text{ m}$$

## 4. Diseño de las Redes de Agua fría y Caliente

### 4.1. Número mínimo de aparatos sanitarios

**Tabla 4**

*Aparatos sanitarios*

Tipo de edificio	Inodoros	Urinarios	Lavatorio	Tinas o Duchas	Lavaderos y Botaderos
Casa,	1 por cada		1 por cada	1 por cada	1 en cocina y
Habitación y	Casa ó 1 por		casa ó 1 por	casa ó 1 por	1 de ropa por



Edificios de departamentos	cada Departamento		cada Departamento	cada Departamento	cada casa o Departamento
----------------------------	-------------------	--	-------------------	-------------------	--------------------------

*Fuente bibliográfica (Jimeno Blasco, 2000).*

#### 4.2. Procedimiento de calculo

**Tabla 5**

*Clasificación de los ambientes*

1 ra Planta	2 da Planta	3 ra Planta	4 ta Planta
Dormitorio 1	SS. HH 1		
Jardin 3	Dormitorio 1		
SS. HH 1	SS. HH 2		
Dormitorio 2	Dormitorio 2		
Dormitorio 3	Escritorio 1		
Dormitorio 4	Dormitorio 3		
Jardin 1	SS. HH 3		
Jardin 2	SS. HH 4	Similar planta 2	Similar planta 2
SS. HH 2	Escritorio 2		
Sala	Dormitorio 4		
Estudio	Cocina 1		
Comedor	Lavanderia		
Cochera	Sala – Comedor 1		
Cocina 1	Cocina 2		
SS. HH 3	Sala – Comedor 2		

**Tabla 6**

*Unidades de gasto*

	Tipo	Unidades de gasto

<b>Aparato sanitario</b>		<b>Total</b>	<b>Agua fría</b>	<b>Agua caliente</b>
Inodoro	Con tanque – descarga reducida	1.5	1.5	
Inodoro	Con tanque	3	3	
Inodoro	Con valvula semiautomática y automática	6	6	
Inodoro	Con valvula semiautomática y automática de descarga reducida	3	3	
Bidé		1	0.75	0.75
Lavatorio		1	0.75	0.75
Lavadero		3	2	2
Ducha		2	1.5	1.5
Tina		2	1.5	1.5
Urinario	Con tanque	3	3	
Urinario	Con valvula semiautomática y automática	5	5	
Urinario	Con valvula semiautomática y automática de descarga reducida	2.5	2.5	
Urinario	Múltiple por (m)	3	3	

## **Norma IS - 010**

### **INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES**

#### **ANEXO N°1**

#### **UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO)**

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente

a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

**Tabla 7**

*Unidades de gasto para el primer piso*

<i>Ambientes</i>	<i>Aparatos</i>	<i>Unidad de gasto</i>			<i>Gasto Probable</i>		
		<i>Total</i>	<i>A. F.</i>	<i>A.C.</i>	<i>Total</i>	<i>A. F.</i>	<i>A.C.</i>
<i>SS.HH 1</i>	<i>Lavatorio</i>	1	0.75	0.75	0.04	0.03	0.03
	<i>Ducha</i>	2	1.50	1.50	0.08	0.06	0.06
	<i>Inodoro</i>	3	3.00		0.12	0.12	
<i>Dormitorio 2</i>	<i>Tina</i>	2	1.50	1.50	0.08	0.06	0.06
<i>Jardin</i>	<i>Lavadero</i>	3	2.00	2.00	0.12	0.08	0.08
<i>SS.HH 2</i>	<i>Lavatorio</i>	1	0.75	0.75	0.04	0.03	0.03
	<i>Inodoro</i>	3	3.00		0.12	0.12	
	<i>Urinario</i>	2.5	2.50		0.10	0.10	
	<i>Ducha</i>	2	1.50	1.50	0.08	0.06	0.06
<i>Cocina 1</i>	<i>Lavadero</i>	3	2	2.00	0.12	0.08	0.08
<i>SS.HH 3</i>	<i>Urinario</i>	2.5	2.5		0.10	0.10	
	<i>Lavatorio</i>	1	0.75	0.75	0.04	0.03	0.03
	<i>Inodoro</i>	3	3.00		0.12	0.12	
		29.00	24.75	10.75	0.735	0.628	0.340

**Tabla 8**

*Unidades de gasto para el segundo piso*

<i>Ambientes</i>	<i>Aparatos</i>	<i>Unidad de gasto</i>			<i>Gasto Probable</i>		
		<i>Total</i>	<i>A. F.</i>	<i>A.C.</i>	<i>Total</i>	<i>A. F.</i>	<i>A.C.</i>
<i>SS.HH 1</i>	<i>Ducha</i>	2	1.50	1.50	0.08	0.06	0.06
	<i>Inodoro</i>	3	3.00		0.12	0.12	

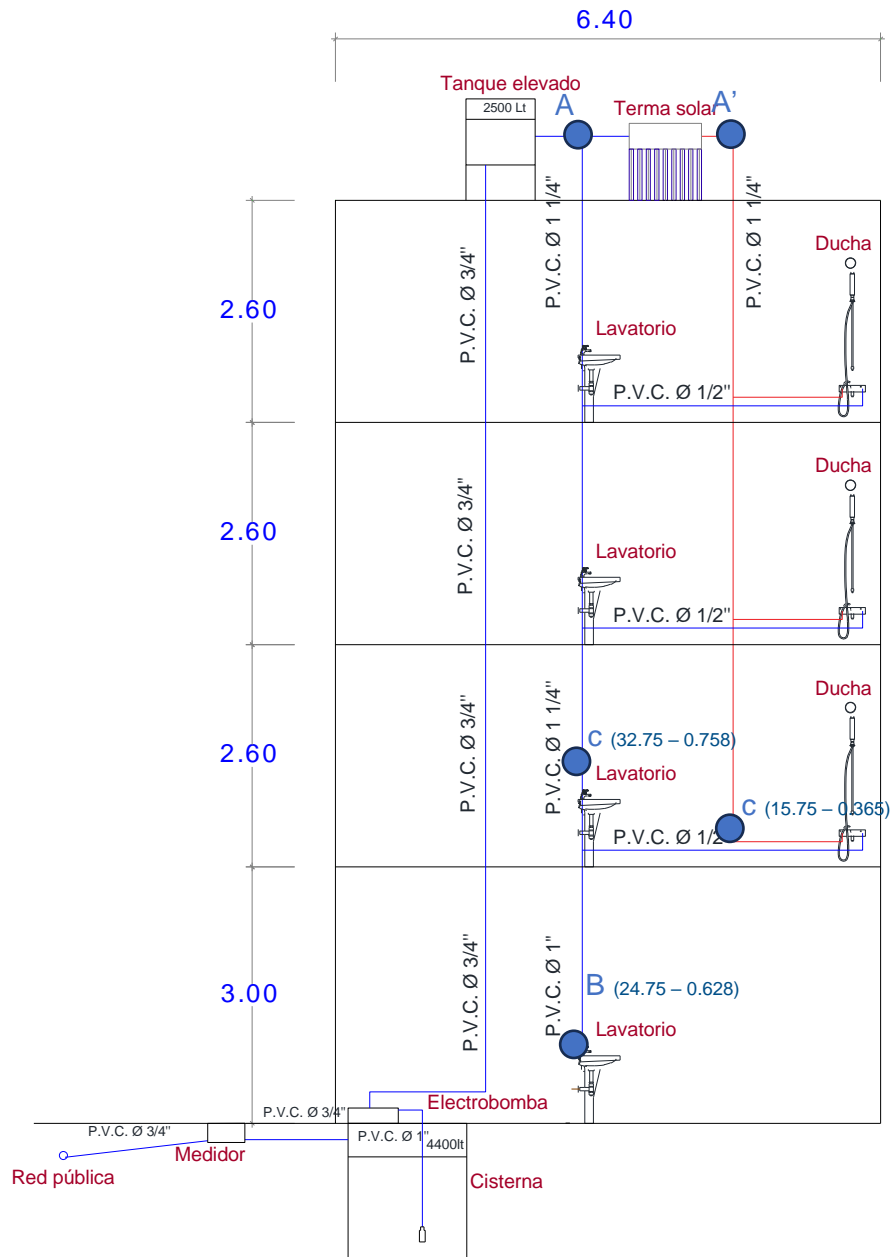
	<i>Lavamano</i>	1	0.75	0.75	0.04	0.03	0.03
<i>SS.HH 2</i>	<i>Ducha</i>	2	1.50	1.50	0.08	0.06	0.06
	<i>Lavamano</i>	1	0.75	0.75	0.04	0.03	0.03
	<i>Inodoro</i>	3	3.00		0.12	0.12	
<i>SS.HH 3</i>	<i>Lavamano</i>	1	0.75	0.75	0.04	0.03	0.03
	<i>Urinario</i>	2.5	2.5		0.10	0.10	
	<i>Inodoro</i>	3	3.0		0.12	0.12	
	<i>Ducha</i>	2	1.50	1.50	0.08	0.06	0.06
<i>SS.HH 4</i>	<i>Lavamano</i>	1	0.75	0.75	0.04	0.03	0.03
	<i>Urinario</i>	2.5	2.5		0.10	0.10	
	<i>Inodoro</i>	3	3.0		0.12	0.12	
	<i>Ducha</i>	2	1.50	1.50	0.08	0.06	0.06
<i>Cocina 1</i>	<i>Lavadero</i>	3	2.00	2.00	0.12	0.08	0.08
<i>Lavanderia</i>	<i>Lavadero</i>	3	2.00	2.00	0.12	0.08	0.08
	<i>Lavadero</i>	3	2.00	2.00	0.12	0.08	0.08
<i>Cocina 2</i>	<i>Lavatorio</i>	1	0.75	0.75	0.04	0.03	0.03
		39.00	32.75	15.75	0.903	0.758	0.365

### 4.3. Cálculo de agua fría

#### 4.3.1. Cálculo de agua fría en primer piso

#### Figura 6

*Sistema Hidráulico*



- **Cálculo de Diámetro**

$$Q = 0.01178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

- **Cálculo de Velocidad**

$$V = \frac{Q * 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (\varnothing * 2.54 * 10^{-2})^2}$$

$$V = \frac{0.628 * 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (0.75 * 2.54 * 10^{-2})^2}$$

$$V = 2.20 \text{ m/s}$$

- **Cálculo de presión y pérdida de carga**

$$0.628 = 0.0178 (150)(0.75)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.27830$$

$$P_B = P_{anterior} + Altura - Longitud * hf\% * hf$$

$$P_B = 0 + 10.80 - 10.80 * 1.20 * 0.27830$$

$$P_B = 7.193 \text{ m} \geq 2.00 \text{ m}$$

Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0,60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente Tabla:

**Tabla 9**

*Tabla de velocidades*

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Velocidad máxima (m/s)</b>
15 (1/2")	1,90
20 (3/4")	2,20
25 (1")	2,48
32 (1 ¼")	2,85
40 y mayores (1 ½" y mayores).	3,00

\*\*Ø de tubería 3/4" y tubería para los sanitarios 1/2"

#### 4.3.2. Cálculo de agua fría y caliente en el segundo piso

##### 4.3.2.1. Cálculo de agua fría

- Cálculo de Diámetro

$$Q = 0.01178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

- Cálculo de Velocidad

$$V = \frac{Q * 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (\emptyset * 2.54 * 10^{-2})^2}$$

$$V = \frac{0.758 * 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (0.75 * 2.54 * 10^{-2})^2}$$

$$V = 2.659 \text{ m/s}$$

- Cálculo de presión y pérdida de carga

$$0.758 = 0.0178 (150)(0.75)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.3943$$

$$P_c = P_{anterior} + Altura - Longitud * hf\% * hf$$

$$P_c = 0 + 7.80 - 7.80 * 1.20 * 0.3943$$

$$P_c = 4.11 \text{ m} \geq 2.00 \text{ m}$$

#### 4.3.2.2. Cálculo de agua caliente

- Cálculo de Diámetro

$$Q = 0.01178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

- Cálculo de Velocidad

$$V = \frac{Q * 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (\emptyset * 2.54 * 10^{-2})^2}$$

$$V = \frac{0.365 * 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (0.75 * 2.54 * 10^{-2})^2}$$

$$V = 1.28 \text{ m/s}$$

- Cálculo de presión y pérdida de carga

$$0.365 = 0.0178 (150)(0.75)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.10188$$

$$P_c = P_{anterior} + Altura - Longitud * hf\% * hf$$

$$P_c = 0 + 7.80 - 7.80 * 1.20 * 0.10188$$

$$P_c = 6.846 \text{ m} \geq 2.00 \text{ m}$$

## 5. Instalaciones Sanitarias de Desagüe

### Derivaciones

Las tuberías son gemelamente de PVC o fierro fundido pendientes derivaciones serán uniformes y no menores del 1% en diámetro de 4" y mayores y no menores de 1.5% en los diámetros de 3".

### Tabla 10

Tabla de derivaciones

Tipos de Aparato	Diámetro Mínimo de la Trampa	Unidades de Descarga
Tina	1- 1/2"-2"	2-3
Lavadero de ropa	1-1/2"	2
Bidet	1-1/2"	3
Ducha Privada	2"	2
Ducha Publica	2"	3
Inodoro (W.C. Con tanque)	3"	4
Inodoro (W.C. Con válvula)	3"	8
Lavadero de cocina	2"	2
lavadero triturador de desperdicio	2"	3
sumidero	2"	2
lavatorio	1-1/4"-1-1/2"	1-2
Urinario de pared	1-1/2"	4
Urinario de piso	3"	8
Urinario corrido	3"	4
Cuarto de Baño con tanque		6
Cuarto de Baño completo con válvula		3

**Tabla 11**

*Tabla de derivaciones primer piso*

DEPARTAMENTO DE PRIMER PISO			
Ambiente	Aparato	Diámetro mínimo	Unidades de descarga
S.H.1.	Lavatorio	1 1/2"	2
	Ducha	2"	2
	Inodoro	3"	4
Dormitorio 2	Tina	2"	3
	Jardin Lavadero	1 1/2"	2
S.H.2.	Lavatorio	1 1/2"	2
	Inodoro	3"	4
	Urinario	3"	4
	Ducha	2"	2
cocina 1	Lavadero	1 1/2"	2
S.H.3	Urinario	3"	4
	Lavatorio	1 1/2"	2
	Inodoro	3"	4
<b>Total</b>			<b>37</b>
<b>Reciclar</b>			<b>20</b>
<b>Desechar</b>			<b>17</b>



**Tabla 12***Tabla de derivaciones segundo piso*

<b>DEPARTAMENTO DE ASEGUNDO AL CUARTO PISO</b>			
<b>Ambiente</b>	<b>Aparato</b>	<b>Diámetro mínimo</b>	<b>Unidades de descarga</b>
S.H.1.	Ducha	2"	2
	Inodoro	3"	4
	Lavatorio	1 1/2"	2
S.H.2.	Ducha	2"	2
	Lavamano	1 1/2"	2
	Inodoro	3"	4
S.H.3	Lavamano	1 1/2"	2
	Urinario	3"	4
	Inodoro	3"	4
S.H.4	Ducha	2"	2
	Lavamano	1 1/2"	2
	Urinario	3"	4
	Inodoro	3"	4
Cocina 1	Ducha	2"	2
	Lavadero	1 1/2"	2
Lavanderia	Lavadero	1 1/2"	2
	Lavadero	1 1/2"	2
Cociana 2	Lavatorio	1 1/2"	2
<b>Total</b>		<b>48</b>	
<b>Reciclar</b>		<b>24</b>	
<b>Desechar</b>		<b>24</b>	

**Bajantes y montantes**

Recogen y transportan horizontalmente el agua de las columnas de los diversos colectores que forman la red horizontal de saneamiento se unen a su vez a un colector final que lleva el agua a la alcantarilla o red exterior de desagüe

**Colectores**

Se colocar cajas de registro en los puntos de recibo de bajantes o columnas en los lugares de reunión de 2 o más colectores que como máximo de 15 m de longitud de cada colector.

**Tabla 13***Tabla de colectores*

<b>Diámetros de tuberías</b>	<b>máximo número de unidades de peso que pueden ser conectados a ramal</b>
	<b>PENDIENTE</b>

	0.50%	1%	2%	4%
2"			21	26
2 1/2"			24	31
3"		20	27	36
4"		180	216	250
5"		390	480	575
6"		700	840	1000
8"	1400	1600	1920	2300
10"	2500	2900	3500	4200
12"	3900	4600	5600	6700

**Tabla 14**

*Tabla de pendientes*

Diámetro de tuberías	ramal horizontal pendiente mínima	vertical de tres pisos o menos	más de 3 pisos de altura	
			total, para vertical	total, en un piso
1 1/4"	1	2	2	1
1 1/2"	3	4	8	2
2"	6	10	24	6
2 1/2"	12	20	42	9
3"	20	30	60	16
4"	160	240	500	90
5"	360	540	1100	200
6"	620	960	1900	350
8"	1400	2200	3600	600
10"	2500	3800	5600	1000
12"	3900	6000	8400	1500

**Tabla 15**

*Tabla de caja de registro*

Dimensiones Interior	Diametro Maximo	Profundidad Maxima
0.25x0.50 (10"x 20")	100(4")	0.6
0.30x0.60 (12"x 24")	150(6")	0.8
0.45x0.60 (18"x 24")	150(6")	1
0.60x0.60 (24"x 24")	200(8")	1.2

### **Cálculo de los montantes en ramales**

Máximo número de gasto unidades de peso que pueden ser conectados 24

<b>Montante</b>	<b>Ramal Horizontal</b>
diámetro de tubería en pulgadas	pendiente mínima
4"	24

Máximo número unidades de peso que pueden ser conectados 72

**1 forma**

<b>bajante</b>	<b>más de 3 pisos</b>
diámetro de tubería en pulgadas	total, en el montante vertical
4"	72

Máximo número de unidades de peso que pueden ser conectados 24

**2 forma**

<b>bajante</b>	<b>total por piso</b>
diámetro de tubería en pulgadas	total en la montante vertical
4"	24

## 6. Cisterna para la reutilización

### 6.1. Cisterna

$$V_{tc} = \frac{3}{4}D = 2.7m^3$$

## 7. Pre filtros de grava

- Deberán diseñarse como mínimo dos unidades en paralelo
- La turbiedad del agua cruda o sedimentada de la fuente deberá ser inferior a 400 UNT.
- Deberá considerar como mínima tres comportamientos con una altura de grava de 0.50 m cada uno.
- El diámetro de la grava decreciente será de 4cm y 1 cm entre el primer y el ultimo comportamiento la grava debe ser preferente con canto rodado.
- Las tasas a filtración deben variar entre 2 a 24m<sup>3</sup> en razón directa al diámetro de la grava y ala turbiedad del afluente
- La turbiedad del afluente de cada comportamiento se puede determinar por la ecuación.

$$TF = T \cdot e^{(1.15/VF)}$$

**Donde:**

TF= Turbiedad efluente (UNT)

T.= Turbiedad afluente (UNT)  
 VF= Tasa de filtración (m/h)

## 8. Sistema de impulsión agua reciclada

### 8.1. Potencia de los equipos

$$P = \frac{Q \times ADT}{75 \times n} = 1 \text{ HP}$$

Donde:

Q= Caudal (Lt/seg)  
 ADT= Altura Dinámica total (m)  
 n= Eficiencia del conjunto motor bomba. (0.6)  
 P= Potencia HP

**Tabla 16**

*Gasto de bombeo y diámetros*

Gasto de bombeo en (Lt/seg)	Diametro de la tubería de impulsión
Hasta 0.50	20 (3/4")
Hasta 1.00	25 (1")
Hasta 1.60	32 (1 1/4")
Hasta 3.00	40 (1 1/2")
Hasta 5.00	50 (2")
Hasta 8.00	65 (2 1/2")
Hasta 15.00	75 (3")
Hasta 25.00	100 (4")

### 8.2. Tanque elevado

$$V_{te} = \frac{1}{3} D = 2.00 \text{ m}^3$$

$$Q_{llenado} = \frac{V * 10^3}{T * 3600}$$

$$Q_{llenado} = 0.278 \text{ Lt/seg}$$

### 8.3. Cálculo de la pérdida de carga en la tubería de succión

$$Q = 0.01178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$0.278 = 0.01178 (150) (1)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.01516$$

### 8.4. Cálculo de las longitudes equivalentes en los accesorios

- 01 válvula de pie = 6.920
- 01 codo corriente de 90° = 1.023
- 01 válvula compuerta = 0.216

$$\text{Longitud de succión} = 3.55 + 0.20 + 0.20 = 3.95\text{m}$$

$$hfs = (8.159 + 3.95) * 0.01516$$

$$hfs = 0.18354$$

### 8.5. Cálculo de la pérdida de carga en la tubería de impulsión

$$Q = 0.01178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$0.278 = 0.01178 (150) (0.75)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.06153$$

### 8.6. Cálculo de las longitudes equivalentes en los accesorios

- 02 corrientes de 90° = 2\*0.777
- 04 tees = 4\*1.554
- 01 válvula compuerta abierta = 0.164

$$\text{Longitud de impulsión} = 1.40+1.00+2.60+ 2.60+2.60+4.30=14.50\text{m}$$

$$hfi = (7.934 + 14.50) * 0.06153$$

$$hfi = 0.38046$$

$$ADT = Hg + hs + \sum hf + ps + \frac{kv^2}{2g}$$

$$ADT = 21.094$$

$$P = \frac{Q \times ADT}{75 \times n} = 1 \text{ HP}$$

## 9. Diseño de las redes de agua fría recolectada

Clasificación de ambientes (por departamentos)

**Tabla 17**

*Clasificación de ambientes*

1ra planta	2da, 3ra y 4to planta
S.H.1	S.H.1
Dormitorio 2	S.H.2
Jardín 2	S.H.3
S.H.2	S.H.4
Cocina 1	Cocina 1
S.H.3	Lavandería
	Cocina 2

**Tabla 18**

*Unidad de gasto del primer piso*

primer ambiente primer piso	aparatos	Unidad de gasto			Gasto probable		
		total	A.F.	A.C.	total	A.F.	A.C.
S.H.1	Inodoro	3	3		0.12	0.12	
S.H.2	Inodoro	3	3		0.12	0.12	
	urinario	2.5	2.5		0.10	0.10	
S.H.3	urinario	2.5	2.5		0.10	0.10	
	Inodoro	3	3		0.12	0.12	

**Tabla 19**

*Unidad de gasto del segundo piso*

ambiente segundo al cuarto piso	aparatos	Unidad de gasto			Gasto probable		
		total	A.F.	A.C.	total	A.F.	A.C.
S.H.1	Inodoro	3	3		0.12	0.12	
S.H.2	Inodoro	3	3		0.12	0.12	
S.H.3	urinario	2.5	2.5		0.10	0.10	
	Inodoro	3	3		0.12	0.12	
S.H.4	urinario	2.5	2.5		0.10	0.10	
	Inodoro	3	3		0.12	0.12	

**\*Primer piso**

Unidad de gasto A.F.	Gasto probable
14	0.56

**\*Segundo piso al cuarto piso**

Unidad de gasto A.F.	Gasto probable
17	0.68

**Tramo A-B**

$$Q = 0.0178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$3.749 = 0.0178 (150)(1.5)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.26022$$

$$V = \frac{Q \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (Q \times 2.54 \times 10^2)^2}$$

$$V = \frac{3.28 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (1.5 \times 2.54 \times 10^2)^2}$$

$$V = 2.876 \text{ m/seg}$$

$$PB = P_{anterior} + altura - longitud(hf) * hf$$

$$PB = 0 + 9.60 - 2.60(1.20)(0.26022)$$

$$PB = 1.78 > 2 \text{ m}$$

**Tramo B-C**

$$Q = 0.0178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$2.971 = 0.0178 (150)(1.5)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.16915$$

$$V = \frac{Qx10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(\emptyset x2.54x10^2)2}$$

$$V = \frac{2.60x10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(1.5x2.54x10^2)2}$$

$$V = 2.280 \text{ m/seg}$$

$$PB = Panterior + altura - longitud(hf) * hf$$

$$PB = 1.78 + 2.60 - 2.60(1.20)(0.16915)$$

$$PB = 3.85 > 2 \text{ m}$$

### Tramo C-D

$$Q = 0.0178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$2.971 = 0.0178 (150)(1.25)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.23447$$

$$V = \frac{Qx10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(Qx2.54x10^2)2}$$

$$V = \frac{1.92x10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(1.25x2.54x10^2)2}$$

$$V = 1.688 \text{ m/seg}$$

$$Pd = Panterior + altura - longitud(hf) * hf$$

$$Pd = 3.85 + 2.60 - 2.60(1.20)(0.23447)$$

$$Pd = 5.79 \text{ m} > 2 \text{ m}$$

### Tramo D-F

$$Q = 0.0178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$2.971 = 0.0178 (150)(1.25)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.10435$$

$$V = \frac{Qx10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(Qx2.54x10^2)2}$$

$$V = \frac{1.24x10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(1.25x2.54x10^2)2}$$

$$V = 1.087 \text{ m/seg}$$

$$Pf = Panterior + altura - longitud(hf) * hf$$



$$Pf = 5.72 + 2.60 - 2.60(1.20)(0.10435)$$

$$Pf = 7.99 \text{ m} > 2 \text{ m}$$

**Tramo F-G**

$$Q = 0.0178 CD^{2.63} hf^{0.54}$$

$$2.971 = 0.0178 (150)(1)^{2.63} hf^{0.54}$$

$$hf = 0.67100$$

$$V = \frac{Qx10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(Qx2.54x10^2)2}$$

$$V = \frac{0.56x10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(1x2.54x10^2)2}$$

$$V = 0.491 \text{ m/seg}$$

$$Pg = Panterior + altura - longitud(hf) * hf$$

$$Pg = 7.99 + 3 - 3(1.20)(0.07100)$$

$$Pg = 10.73 \text{ m} > 2 \text{ m}$$