

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN  
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
E INVESTIGACIÓN**

**DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN  
EDIFICACIONES V.1**



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN  
SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS  
GRISES A ESCALA UNIFAMILIAR**

**POSTULANTE: JESUS PERCY PORCEL GONZALES**

Mayo 2024

# **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISES A ESCALA UNIFAMILIAR**

## **RESUMEN**

El texto que a continuación se presenta desarrolla un modelo de recirculación de aguas grises más tratamiento para usos que no requieren de calidad potable, dentro de una vivienda tipo social, esto con la finalidad de mostrar un recurso de mitigación de problemas relacionados con la escasez de agua.

El sistema que se comprende en el campo de la hidráulica consiste en un sistema de reutilización de aguas grises, así como el tratamiento por el que se debe someter este caudal para llegar a los tanques de inodoro de dicha vivienda de manera suficiente y eficaz.

Como primera tarea se describe el proceso de diseño del sistema hidrosanitario con de la red de recirculación y el tratamiento basado en métodos físicos mediante filtros multimedia (multicapa) y desinfección.

Posterior al diseño se hace un análisis de los resultados obtenidos, se describe las unidades que conforman todo el sistema hidrosanitario, así como la recirculación y tratamiento de aguas grises.

Por último, se discute la factibilidad del proyecto bajo la relación costo/beneficio y se presentan criterios prácticos de aplicación.

**Palabras clave:** aguas grises, vivienda social, recirculación, factibilidad.

## **Agradecimiento.**

*A todas aquellas instituciones y personas que hacen el impulso que necesito para ser un mejor profesional y persona.*

## **Dedicatoria.**

*Este trabajo lo dedico a:*

*Mi madre, Roberta que supo guiarme con el mejor ejemplo y todo el amor.*

*A mi hijo Matías que es la razón de mi ser y a Livia, mi compañera de vida y mejor amiga, por darme su apoyo y con cariño darme las fuerzas que necesito siempre.*

## INDICE

<b>CAPITULO I IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
1.1. ANTECEDENTES. ....	¡Error! Marcador no definido.
1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	<b>2</b>
1.2.1 Situacion problematica.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2.2 Causas mas probables.....	<b>2</b>
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	<b>3</b>
1.4 OBJETIVOS. ....	<b>3</b>
1.4.1 Objetivo general. ....	<b>3</b>
1.4.2 Objetivo especificos. ....	<b>3</b>
1.5 HIPOTESIS. ....	<b>4</b>
1.6 JUSTIFICACION. ....	<b>4</b>
<b>CAPITULO II MARCO TEORICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. AGUAS GRISES.....	<b>5</b>
2.1.1. Generalidades. ....	<b>5</b>
2.1.2. Caracteristicas de las aguas grises.....	<b>5</b>
2.1.3. Sustancias y concentraciones normales de las aguas grises.....	<b>7</b>
2.1.4. Contaminación fisico-quimico de las aguas grises.....	<b>7</b>
2.1.5. Contaminación microbiológica de las aguas grises.....	<b>8</b>
2.1.6. Usos comunes de las aguas grises. ....	<b>8</b>
2.2. SISTEMA DE REUSO.....	<b>8</b>
2.3. TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES.....	<b>10</b>
2.3.1. Filtro multimedia. ....	<b>10</b>
2.3.2. Desinfección .....	<b>10</b>
<b>CAPITULO III INGENIERIA .....</b>	<b>12</b>
3.1. DISEÑO HIDROSANITARIO SIN RECICLAJE PARA LA VIVIENDA. ....	<b>12</b>
3.1.1. Parámetros de diseño. ....	<b>12</b>
3.1.2. Dotacion de agua. ....	<b>12</b>
3.1.3. Tanque de almacenamiento. ....	<b>13</b>
3.1.4. Diseño hidraulico de la acometida. ....	<b>14</b>
3.1.5. Dimensionamiento del micromedidor.....	<b>15</b>
3.2. DISEÑO HIDROSANITARIO CON RECICLAJE PARA LA VIVIENDA. ....	<b>16</b>
3.2.1. Toma de muestras. ....	<b>16</b>
3.2.2. Cálculos del caudal maximo de llegada. ....	<b>18</b>
3.2.3. Calculo del volumen de la trampa de grasa.....	<b>18</b>
3.2.4. Calculo del volumen de la camara de paso .....	<b>19</b>
3.2.5. Calculo del volumen del tanque cisterna de agua tratada.....	<b>20</b>

3.2.6. Calculo de la maxima demanda simultanea. ....	20
3.2.7. Diseño hidraulico del sistema de impulsión de aguas grise .....	21
3.2.8. Tuberia de succión.....	21
3.2.9. Dimensionamiento de la potencia de la bomba .....	21
3.2.10. Diseño del filtro multimedia.....	24
3.2.11. Calculo de cloro .....	27
<b>CAPITULO IV ANALISIS DE FACTIBILIDAD ENVASE A RESULTADOS OBTENIDOS....</b>	<b>28</b>
4.1. MODELO EVOLUTIVO O ESPIRAL. ....	28
4.1.1. Innovación. ....	28
4.1.2. Optimización .....	28
4.1.3. Renovación .....	28
4.2. ESTUDIO TECNICO. ....	28
4.2.1. Elección del sistema. ....	28
4.2.2. Disposición de materiales.....	29
4.2.3. Flujograma del sistema de tratamiento.....	30
4.3. ESTUDIO DE COSTOS.....	30
4.3.1. Comparación de costos de implementación con y sin reciclaje. ....	30
4.3.2. Costo de servicios.....	30
4.3.3. Gasto adicional de servicios .....	31
4.3.4. Proyección de gasto mensual de agua .....	32
<b>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>33</b>
5.1. CONCLUSIONES. ....	33
5.2. RECOMENDACIONES.....	33
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>34</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1:</b> Características de aguas grise .....	5
<b>Tabla 2.2:</b> Sustancias y productos contenidos en cada una de las fuentes de aguas grises y negras en una vivienda.....	7
<b>Tabla 3.1:</b> Dotaciones percapita para vivienda urbana .....	12
<b>Tabla 3.2:</b> Demanda diaria de agua potable .....	13
<b>Tabla 3.3:</b> Dimensiones del tanque elevado.....	14
<b>Tabla 3.4:</b> Verificación de diametro de tubería por perdida y velocidad por flamant .....	15
<b>Tabla 3.5:</b> Solicitudes máximas de hidrometros tipo velocidad.....	16
<b>Tabla 3.6:</b> Toma de muestras .....	17
<b>Tabla 3.7:</b> Resultados muestra I.....	17
<b>Tabla 3.8:</b> Unidades de descarga hidraulica de artefacto sanitarios.....	18
<b>Tabla 3.9:</b> Datos de partida para el calculo de volumen de trampa de grasa .....	18
<b>Tabla 3.10:</b> Dimensiones de la trampa de grasa.....	19
<b>Tabla 3.11:</b> Datos para el caculo de la camara de paso.....	19
<b>Tabla 3.12:</b> Dimensiones según calculo de la camara de paso.....	19
<b>Tabla 3.13:</b> Cantidad de inodoros .....	20
<b>Tabla 3.14:</b> Dimensiones según el calculo del tanque cisterna para aguas grises.....	20
<b>Tabla 3.15:</b> Dimensiones reales del tanque elevado .....	20
<b>Tabla 3.16:</b> Cantidad total de U.H para inodoros.....	20
<b>Tabla 3.17:</b> Verificación de diámetros de tubería de impulsión.....	21
<b>Tabla 3.18:</b> Determinación de las pérdidas de carga de la tubería de succión .....	22
<b>Tabla 3.19:</b> Determinación de las pérdidas de carga de la tubería de impulsión .....	22
<b>Tabla 3.20:</b> Coeficiente de mayoración de la potencia teorica de una bomba .....	24
<b>Tabla 3.21:</b> Datos para adquisición del equipo .....	24
<b>Tabla 3.22:</b> Velocidad de filtración del tanque multimedia .....	25
<b>Tabla 3.23:</b> Altura del filtro en base al diametro.....	26
<b>Tabla 3.24:</b> Dimendiones del filtro .....	26
<b>Tabla 4.1:</b> Comparación de costos .....	31
<b>Tabla 4.2:</b> Medias de tarifa de servicio en zonas periurbanas.....	31
<b>Tabla 4.3:</b> Costos operación y mantenimiento .....	31

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 2.1:</b> Sistema de reciclaje y usos comunes de las aguas grises .....	<b>9</b>
<b>Figura 2.2:</b> Filtro multimedia.....	<b>11</b>
<b>Figura 4.1:</b> Flujograma de tratamiento.....	<b>30</b>
<b>Figura 4.2:</b> Gastos generados en servicios .....	<b>32</b>

# **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISES A ESCALA UNIFAMILIAR**

## **CAPITULO I IDENTIFICACION DEL PROBLEMA**

### **1.1 ANTECEDENTES**

Investigaciones sobre el reúso de aguas grises se han realizado en Japón desde 1964, en este país los esfuerzos se enfocaron en el reciclaje de aguas grises para su uso en inodoros a partir de sufrir una sequía y problemas de sobre población que hacía difícil la administración de agua potable.

Según datos de las Naciones Unidas el consumo promedio por persona en territorio Europeo asciende a 141 litros/día, esta cifra pretende ser reducida en un 16% mediante proyectos de reutilización de aguas grises, que comprenden la instalación de filtros desarrollados para viviendas por la empresa Aqua, que tendría un costo inicial elevado pero que conforme aumenten las instalaciones se reduzca sustancialmente.

En Latinoamérica se menciona el caso de estudio desarrollado por María Franco en 2007 para proponer soluciones a varios casos de escases en Chile, en dicho proyecto sostiene que un proyecto de reciclaje de aguas grises es factible y sostenible a largo plazo, haciendo un enfoque especial en el caso de viviendas, puesto que, concluye que, dado el caso, este es factible económicamente si se aplica a un conjunto de viviendas que pudieran compartir insumos y de esta reducir costos.

En Bolivia han surgido varias iniciativas con el propósito de reducir en consumo de agua potable, una de ellas presentada por “mujeres construyendo comunidades sostenibles”, en municipios del departamento de Cochabamba, este proyecto presentado en 2021, propone la instalación de un sistema de reciclaje de aguas grises que beneficia a 60 familias de escasos recursos que permite ahorrar hasta un 48% en recursos hídricos.

En temas de legislación, en ciudades como Tokio y Fukuoka, se exige para edificios nuevos, mayores a 5000[m<sup>2</sup>], un sistema paralelo de distribución de aguas. Los sistemas de reúso a gran escala son subsidiados, en un 50%, por el Ministerio de Construcción.

En nuestro país ley 1333 de medio ambiente es la encargada de establecer parámetros para el control y manejo de aguas residuales, las instalaciones para la reutilización de aguas grises en viviendas unifamiliares siguen sin disponer de una regulación legal específica para viviendas unifamiliares y multifamiliares.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 SITUACIÓN PROBLÉMICA**

#### **Insuficiencia de recursos hídricos generan problemas de abastecimiento.**

En los últimos años se ha evidenciado escasez de recursos hídricos para abastecer de manera adecuada a la población.

Según datos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua en el año 2016 Bolivia sufrió una sequía que afecto principalmente a los departamentos La Paz, Oruro y Potosí debido al insuficiente volumen de precipitaciones que limito la recarga de acuíferos y embalses.

Sin embargo, este no es un acontecimiento único pues a lo largo de la historia se conoce que Potosí habría pasado sequias desde tiempos de la colonia (Montes,1983).

Así mismo el caudal de fuentes superficiales ha notado una reducción en la última década lo cual deviene en falta de recursos hídricos por otro lado la contaminación sobre todo en sectores mineros e industriales genera un desfase del ciclo hidrológico creando la necesidad de recurrir a métodos de apaleo por parte de la población e instituciones.

Se estima que un 96% utiliza agua potable para actividades que no requieren tal calidad, este es otro factor que limita las posibilidades de abastecimiento en temporadas de sequía.

### **1.2.2 CAUSAS MÁS PROBABLES**

Se identifican las causas más probables.

### **1.2.2.1 Cambio climático.**

Hasta hace poco, términos como ‘huella hídrica’ o ‘estrés hídrico’ eran expresiones muy poco conocidas por los profesionales de las instalaciones; todavía hoy el profesional instalador sigue sin asumirlas como propias. Mucho más popular es el término meteorológico ‘sequía’, entendido como la falta de lluvias durante un período prolongado de tiempo, que produce sequedad en los campos y escasez de agua en general.

### **1.2.2.2 Contaminación de aguas superficiales.**

La industria es uno de los principales factores que provocan la contaminación del agua, calentamiento global, deforestación Basuras y vertidos de aguas fecales y derrames de combustible.

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Bajo qué parámetros es viable financieramente implementar un sistema hidrosanitario de reciclaje de aguas grises provenientes de lavamanos y duchas en viviendas unifamiliares?

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evidenciar la relación costo/beneficio de un sistema hidrosanitario con reciclaje de aguas grises provenientes de lavamanos y duchas en el caso específico de viviendas sociales.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recolección de datos en área de estudio, como planos arquitectónicos, consumo y costo de servicio.
- Diseñar un sistema hidrosanitario sin reciclaje de aguas grises.
- Diseñar un sistema hidrosanitario con reciclajes de aguas grises apto para una vivienda unifamiliar.
- Realizar presupuestos envase a los diseños con y sin reciclaje de aguas grises.
- Realizar un cálculo de pago de servicios.

- Hacer una comparación de costos envase a los resultados obtenidos y el tiempo retorno de inversión.

## **1.5 HIPOTESIS**

Un sistema de reciclaje de aguas grises es factible económicamente para viviendas unifamiliares cuando estas se tratan como un conjunto de varias viviendas a partir de la distribución con un solo sistema e insumos compartidos.

## **1.6 JUSTIFICACION**

El agua es uno de los recursos más preciados, reciclarla no sólo es ecológico, también asegura una mayor autonomía en el caso de llegar a existir escasez de este valioso líquido.

Del total de agua consumida en cualquier actividad un gran porcentaje se convierte en aguas grises, si la edificación concentra gran movimiento producto de todas estas actividades esta puede abastecer el requerimiento de agua para funciones destinadas a limpieza y riego.

Plantear un sistema de reciclaje de acuerdo a las necesidades particulares de una vivienda social, cuya función es acoger a familias que tienen un presupuesto limitado, sin embargo, la obligación de preservar el agua recae sobre toda la sociedad, considerando además que estas viviendas ya cuentan con un prototipo que puede ayudar a incorporar un sistema de reciclaje de manera precisa.

El presente proyecto se realiza con el fin de sentar precedente en el campo de gestión de recursos, puesto que, aunque este tipo de proyectos se planeen de manera particular, mientras se amplíe el número de usuarios que lo empleen se puede lograr una red que genere cambios a gran escala en materia de preservación de este recurso.

## CAPITULO II MARCO TEORICO

### 2.1 AGUAS GRISES

#### 2.1.1 Generalidades

Las aguas grises presentan una apariencia turbia por su índole de estar entre el agua dulce, potable y aguas residuales. En un contexto de ingeniería, las aguas grises son las aguas provenientes de regaderas, lavabos y lavadoras, solamente algunas definiciones de las aguas grises incluyen el agua de la pileta de la cocina. Cualquier tipo de aguas que contengan heces humanas se consideran aguas negras.

Los niveles de contaminación de estas aguas son en relación a las aguas negras inferiores y tratables para usos que no requieran calidad “potable” en el agua, ya sea limpieza, riego o uso para el llenado de tanques de inodoro.

El estudio de este tipo de aguas surge a partir de una necesidad de clasificar las aguas en favor de una mejor gestión de los recursos.

#### 2.1.2 Características de las aguas grises

La Tabla 1.1 nombra y describe las características básicas de las aguas denominadas como grises, adaptado del trabajo de Elkin Niño Rodríguez –Néstor Martínez Medina:

**Tabla 2.1: Características de aguas grises**

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	<b>Color:</b> <i>“Es el primer parámetro de detección de aguas grises.”</i> (p.34, 2013) <b>Turbidez:</b> Este variará dependiendo de la fuente. <b>Sólidos en Suspensión:</b> Artefactos como las duchas y lavabos tendrán menos sólidos en suspensión que los precedentes de lavadoras y lavaplatos, que contienen gran cantidad de materia orgánica como también microfibras desprendidas de material textil.
--------------------------------	--

	<p><b>Temperatura:</b> <i>“El aumento de la temperatura en este tipo de aguas puede ser desfavorable, ya que se desarrolla el crecimiento de contaminantes biológicos y podrían en aguas sobresaturadas, inducir a la precipitación por ejemplo de calcita.”</i>(p.34,2013)</p> <p><b>Conductividad:</b> La mayor o menor concentración de sales es lo que refleja la conductividad, esta deriva en ocasiones en daños a las instalaciones hidrosanitarias.</p>
<p><b>CARACTERISTICAS QUIMICAS</b></p>	<p>Las concentraciones químicas de las aguas grises vienen marcadas por las tendencias de uso y consumo, así como ciertas características de distintos grupos sociales, el uso en locaciones urbanas por ejemplo tiende a la utilización de desinfectantes, y otros artículos de limpieza que adhieren gran concentración de elementos químicos al caudal, mientras que en zonas rural la tendencia es más bien de dispensar de estos artículos.</p> <p>Los elementos más importantes de contaminación química son:  <i>“El DBO, es la cantidad de oxígeno necesaria para que una población microbiana heterogénea estabilice la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua residual. La DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido en la oxidación química de la materia orgánica presente en una muestra de agua”</i> (p.36,2013).</p>
<p><b>CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS</b></p>	<p><i>“Las concentraciones normales de las sustancias presentes en las aguas grises domésticas varían según la temporada del año (verano e invierno), la fuente, así como sus contaminantes presentes. Las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas grises crudas domésticas están directamente relacionados con los volúmenes producidos por cada fuente y las actividades desarrolladas en el hogar.”</i> (p.36,2013)</p>

**Fuente:** Estudio de aguas grises, Elkin Niño Rodríguez –Néstor Martínez Medina

### 2.1.3 Sustancias y concentraciones normales de las aguas grises

La presencia de sustancias contaminantes proviene sobre todo de enseres y productos de uso doméstico y limpieza, estos contaminantes se encuentran en medidas mínimas y máximas de acuerdo a varios factores socio – económicos. los cuales se presentan en la Tabla 1.2 extraída del libro “Reutilización de aguas grises” del Dr. Roberto Rodríguez:

**Tabla 2.2: Sustancias y productos contenidos en cada una de las fuentes de agua grises y negras en una vivienda**

Origen	Contenido	Observaciones
Ducha/Tina	Jabón, shampoo, algunas grasas y bacterias.	-
Lavaplatos	Materia orgánica, nutrientes, sólidos, detergente y altos niveles de grasa aceite.	Normalmente necesita pretratamiento.
Lavadero/Lavadora	Altas concentraciones de detergentes y regulares de químicos como cloro, además de pelusa.	El lavado de pañales puede elevar drásticamente los niveles patógenos
Lavamanos	Jabones, pasta de dientes y otros productos de higiene.	-
Sanitario	Altas cantidades de patógenos y materia orgánica.	No debe integrarse a un sistema de aguas grasas.

**Fuente:** (Rodríguez, 2008, p.4)

### 2.1.4 Contaminación físico-química de las aguas grises

Una de las fuentes de contaminación más importantes son los residuos químicos de productos de limpieza y desengrasantes, estos son de amplio uso por lo que sus partículas representan una Proción importante sobre el total de agentes contaminantes, estos pudieran ser absorbidos por el suelo de riego y llegar al acuífero, si es que se tratase de un reciclaje para riego, por otro lado no se descarta las partículas provenientes del desgaste de tuberías y otros elementos del sistemas que más allá de la contaminación pueden generar daños en bombas.

### **2.1.5 Contaminación microbiológica de las aguas grises**

Se considera que el mayor riesgo asociado al reciclaje de aguas grises procede de este tipo de contaminación, debido al acarreo de virus, bacterias y protozoos precedentes de estas aguas, y que cuyo riesgo aumenta de acuerdo a la cantidad de población de la que procede, ya que los desechos son humanos, por lo que, el tratamiento de desinfección para cualquier uso que se le de al agua reciclada de total importancia. <sup>1</sup>

### **2.1.6 Usos comunes de las aguas grises**

Según algunos autores el reúso de agua mediante tratamiento, disminuye entre un 30 a 40 por ciento el consumo de agua potable, su uso más frecuente se da en el riego de césped de campos deportivos, áreas verdes de edificios multifamiliares y estudiantiles, Igualmente y de manera amplia en agricultura, lavado de vehículos y limpieza de predios y ventanas, por otro lado en sistemas contraincendios, agua de alimentación de calderas y producción de concreto.

En nuestro medio, y a nivel informal, en el área urbana, las aguas grises provenientes sobre todo lavadoras son utilizadas en el inodoro, así como para el lavado de pisos, mientras en el área rural, se utiliza el agua desechada del lavaplatos para riego. Sin embargo, aun siendo esta una práctica que mitiga el exceso en uso de agua, puede generar malos olores, porque es muy conveniente el empleo de un tratamiento y desinfección.

## **2.2 SISTEMA DE REUSO**

Las aguas grises por su composición menos nociva que la de las aguas negras, pueden seguir un proceso de tratamiento que las hagan aptas para los usos ya mencionados en el parágrafo anterior, este tratamiento se hace mediante instalaciones que de acuerdo a la demanda pueden

---

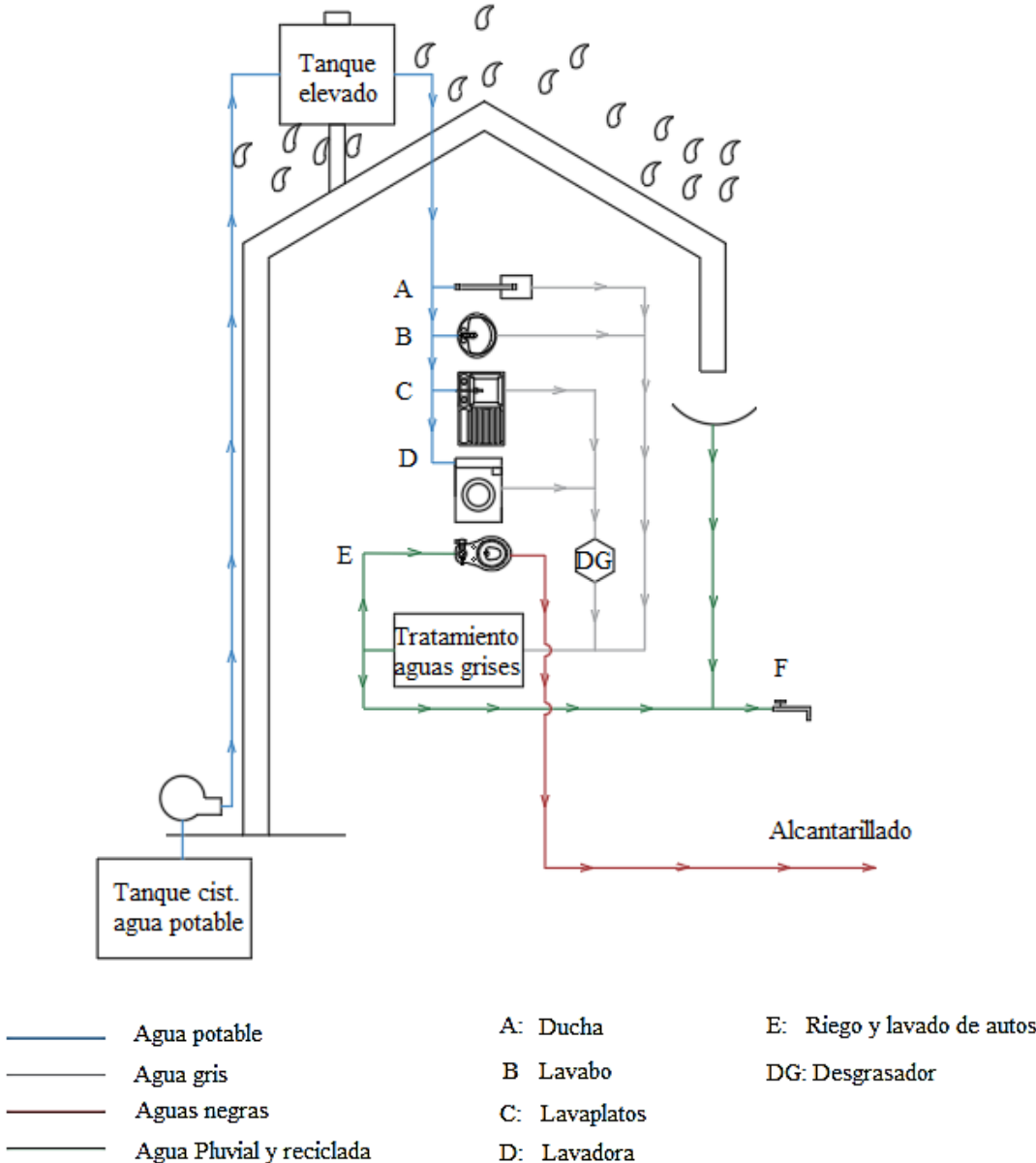
<sup>1</sup> Estudio de las aguas grises domesticas en tres niveles socioeconómicos de la ciudad de Bogotá, Elkin Darío Niño López-Néstor Camilo Martínez Medina, Colombia, 2013.

ser emplazadas en espacios reducidos como amplios, para posteriormente ser conducidos por un sistema de tuberías a los artefactos objetivo.

Generalmente para reusó se consideran únicamente aguas grises provenientes de lavamanos y duchas, pero en caso de considerarse aguas de cocina y lavadora se debe incluir un desgrasador.

En la siguiente figura se muestra el proceso de reciclaje en un sistema de reúso.

**Figura 2.1: sistema de reciclaje y usos comunes de las aguas grises**



## **2.3 TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES**

La determinación de un sistema de tratamiento de aguas grises se basará en las necesidades del usuario, que cabe mencionar, pueden ser domésticas o industriales.

En el caso de los usuarios a los que va dirigido el presente proyecto, el uso de que se le dará será estrictamente llenado de tanques de inodoro, esto resulta en la posibilidad de optar por un tratamiento físico – químico, de filtración más desinfección.

Los procesos físicos se implementan a través de filtros por gravedad usualmente de material variado, a estos filtros se los denomina multimedia. Por otro lado, el tratamiento de desinfección por medios químicos como cloración son recurrentes, aunque en otros casos se puede emplear también tratamientos físicos como filtros de rayos UV.

### **2.3.1 Filtro multimedia**

Son filtros que se componen de varias capas de diferentes medios filtrantes, dispuestos del más grueso al más fino, haciendo de las partículas más grandes queden en las capas superiores, mientras que las más pequeñas lo hacen en las capas inferiores, esto según los fabricantes maximiza su rendimiento y capacidad de retener partículas entre 10 a 15 micrones.

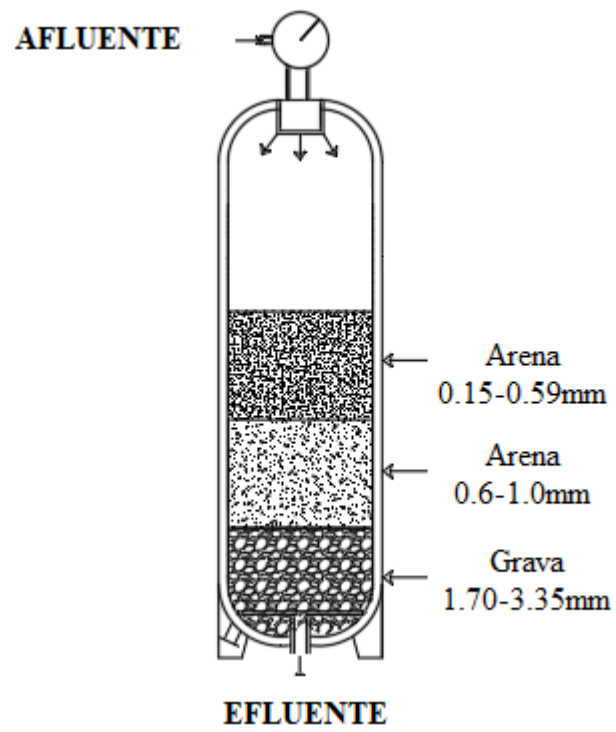
La elección de este tipo de filtros es propicia además cuando el área en el que debe emplazarse el sistema es reducida, puesto que, no se requieren varios dispositivos si todos los medios filtrados están dispuestos en uno solo de manera vertical.

### **2.3.2 Desinfección**

Los métodos más usados en cuestión de aguas grises son: desinfección mediante rayos UV y cloración, ambos presentan ventajas y desventajas, pero la elección para este tipo de proyecto se basa sobre todo en costo de cada sistema ya que su aplicación está pensada para viviendas sociales, en ese caso, la cloración ofrece mayores ventajas.

Este proceso se realiza por la dosificación de cloro en el agua que reaccionara con las sustancias reductoras hasta llegar al punto de ruptura, quedando cloro residual.

**Figura 2.2: Filtro multimedia**



## CAPITULO III INGENIERIA

### 3.1 DISEÑO HIDROSANITARIO SIN RECICLAJE PARA LA VIVIENDA

#### 3.1.1 Parámetros de diseño

En la tabla 1 se muestran los valores referenciales del Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias Tercera Revisión noviembre 2011, para dotaciones per cápita para vivienda urbana. Valores referenciales lo cual nos permitirá calcular posteriormente la dotación

#### 3.1.2 Dotación de agua

Para el cálculo del consumo diario en viviendas, se deberá determinar en primer lugar, la tasa de ocupación de los mismos. El número de habitantes por inmueble se define tomando en cuenta el tamaño y el número de dormitorios (social y de servicio) comprendidos en el diseño arquitectónico y/o tomando en cuenta las normas de edificación y construcción que establecen una tasa de ocupación máxima por dormitorio. En general, se recomienda aplicar una tasa de ocupación de dos personas para dormitorios de tipo social y una persona para dormitorios de servicio.

**Tabla 3.1: Dotaciones per cápita para vivienda urbana. Valores referenciales**

Región	Altitud media m.s.n.m.	Precipitación media anual (mm)	Temp. Media (C°)	Tamaño de localidad Dotación (L / hab. día)			
				Menor	Intermedia	Mayor	Metropolitana
Altiplano	3600-4000	402	11	70-80	80-100	80-100	80-120
Valles	500-3600	492	16	70-100		100-120	100-150
Llanos	100-500	1167	27.5				

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias*

Ciudades Menores: 2 000 – 10 000 hab. Ciudades Mayores: 100 000 – 500 000 hab.

Ciudades Metropolitanas: > 500 000 hab. Ciudades Intermedias: 10 000 – 100 000 hab.

**Tabla 3.2: Demanda diaria de agua potable**

Dormitorios	per	per	Tasa de ocupación	100
	2	1		L/persona. día
	Social	Servicio		
<b>Planta Baja</b>	4		8	800
<b>Consumo Diario (L)</b>				<b>800</b>

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias*

### 3.1.3 Tanques de almacenamiento

#### a) Sistema indirecto sin bombeo

Este sistema consta de un ramal de alimentación domiciliar que alimenta un tanque elevado. La tubería de ingreso al tanque elevado está provista de una válvula de flotador. En este caso, la energía de impulsión al tanque elevado es provista por la red pública de agua potable. El volumen de almacenamiento no deberá ser en ningún caso inferior al consumo diario del inmueble, ni menor a 500 L.

#### b) Cálculo de Volumen del Tanque Elevado

El volumen de almacenamiento se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_{TE} = C_D + V_i + V_{OU}$$

$$V_{TE} = 800\text{ lts} + 0 + 0 = 800 \text{ lts}$$

Adaptado  $V_{TE} = 900 \text{ lts}$  por la capacidad de tanques comerciales

**Donde:**

$C_D$  = Consumo diario (L)

$V_i$  = Volumen Contra incendios (L)

$V_{OU}$  = Volumen de Otro Uso (L)

$V_{TE}$  = Volumen tanque elevado (L)

**Tabla 3.3: Dimensiones del tanque elevado**

<b>Dimensiones Reales del tanque Elevado</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Altura H</b>	<b>Diámetro D (m)</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Material de</b>
1	1,275	1,040	900	Plástico

### 3.1.4 Diseño Hidráulico de la acometida

La tubería de alimentación desde el abastecimiento público hasta el tanque elevado deberá calcularse para suministrar el consumo diario en un tiempo no mayor a seis horas. En sistemas de abastecimiento de agua con servicio discontinuo se tomará en cuenta la disponibilidad de horas del servicio público, por lo cual el tiempo de llenado del tanque podrá ser menor a las seis horas. El caudal de diseño podrá calcularse por la siguiente expresión:

**Se Considera:**

$$T = 4 \text{ horas}$$

$$C_D = 800 \text{ l}$$

$$Q_D = \frac{C_D}{T * 3.600} = \frac{800\text{l}}{4 * 3.600\text{s}} = 0,11/\text{s}$$

**Donde:**

$$Q_D = \text{Caudal de diseño (L/s)}$$

$$C_D = \text{Volumen de consumo diario (L)}$$

$$T = \text{Tiempo de llenado del tanque en horas (h) no mayor a 6}$$

#### a) Cálculo de diámetro de la acometida

$$D = 1,4166\sqrt{Q_D} = 1,4166\sqrt{0,10} = 0,45 \approx 0,5''$$

$$\text{Condicion de la velocidad que debe cumplir: } 0,60 \frac{\text{m}}{\text{s}} \leq V \leq 1,60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Tabla 3.4: Verificación de diámetro de tubería por pérdida y velocidad por Flamant**

Material Plástico (PVC) $C_f=0,000135$						
Caudal (Q)	Diámetro (D)		Velocidad	Longitud	J (Flamant)	Observación
(lt/s)	(pulg.)	(mm)	(m/s)	(m)	(m/m)	
0,10	1/2	12,7	0,79	17,34	0,084	Cumple
0,10	3/4	19,05	0,35	17,34	0,012	sedimentacion
0,10	1"	25,4	0,20	17,34	0,003	sedimentacion
0,10	1 1/2"	38,1	0,09	17,34	0,0005	Sedimentacion
0,10	2	50,8	0,05	17,34	0,0001	Sedimentacion

Se adopta como diámetro de la tubería de acometida

$$\emptyset = 1/2" \text{ TAP} - \text{PPR}$$

$$V = 0,79\text{m/s}$$

$$J = 0,084\text{m/m}$$

### 3.1.5 Dimensionamiento del micromedidor

Es el dispositivo que nos permite aflorar la cantidad de agua que se abastece en un edificio para que mediante una tarifa especial se paga el consumo de agua.

#### a) Dotacion diaria total

$$C_D = 800 \frac{\text{l}}{\text{dia}}$$

$$C_D = 0,80 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

#### b) la dotacion diaria, se consolida a Consumo Total Mensual en (m3/mes)

$$C_D = 24 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$$

Según las solicitudes Maximas para hidrometros Tipo Velocidad se tiene.

Para dimensionar el medidor que va a ser instalados en el edificio necesitamos como unico dato el caudal de abastecimiento expresado en (m3/mes), para luego establecer el "Diámetro y Capacidad" según tabla.

**Tabla 3.5: Solicitudes máximas de hidrómetros tipo velocidad**

Diámetro		Capacidad m <sup>3</sup> /h	Solicitud de		Rango de consumo	
Pulg.	mm		m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /mes		
1/2"	23	3	6	90	0	90
3/4"	20	5	10	150	91	150
1"	25	7	14	210	151	210
1"	25	10	20	300	211	300
1 1/2"	38	20	40	600	301	600
2"	50	30	60	900	601	900

### **Rango recomendado**

(0-90) (m<sup>3</sup>/mes) por lo que se elige un micromedidor de las siguientes características

$$\text{Capacidad} = 3 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

$$\emptyset = 1/2"$$

## **3.2 DISEÑO DE LA RED DE AGUAS GRISES**

### **3.2.1 Toma de muestras**



En esta fase de la investigación la toma se realiza a todos los artefactos que desecha aguas grises, esto con el objetivo de analizar el alcance que tendrá el proyecto de acuerdo a la cantidad de aguas grises tratables que produzca el edificio.

Existen cuatro principios importantes en la toma de muestras que nos ayudan a conseguir una muestra con esas cualidades.

Lugar, Tiempo, Frecuencia, Técnica.

Todas las muestras son tomadas bajo recomendaciones de la norma NB-496, posteriormente analizadas en el laboratorio de la facultad de bioquímica de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

**Tabla 3.6: Toma de muestras**

TIPO DE MUESTRA	MODO DE MUESTREO	REPORTE FOTOGRÁFICO
Ducha	Se utilizó un recipiente de 20 litros, y se tomó la muestra inmediatamente en un recipiente de 1 litro.	
Lavamanos	Se utilizó el lavamanos como recipiente, y se tomó la muestra pasadas 4 horas. En un frasco de 350 mililitros.	

**Tabla. 3.7: Resultados muestra I**

<b>Muestra 1: Ducha-lavamanos</b>		
pH	6,5	
Turbiedad	218,6	UNT
Sólidos totales disueltos	1.000	mg/L
Dureza	91,2	mg/L de CaCO <sub>3</sub>
Coliformes totales	1.500	UFC/100ml
Coliformes fecales	280	UFC/100ml

**Fuente:** Resultados obtenidos por la facultad de Bioquímica USFX

### 3.2.2 Cálculo del caudal máximo de llegada

Para calcular el caudal de llegada, se empleó el método de Hunter. Luego de hallar la cantidad total de aparatos sanitarios, se asignó las unidades Hunter (U. H.) de gasto de cada uno, tal como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 3.8: Unidades de descarga hidráulica de artefactos sanitarios**

Artefacto sanitario	Unidades de descarga Hidráulica UD	Cantidad de artefactos sanitarios	Cantidad de unidades de descarga hidráulica UD	Ramal de descarga. Diámetro nominal (mm)DN
Lavamanos	2	2	4	1,5"
Ducha	2	2	4	1,5"
<b>Total, de UD</b>			<b>8</b>	

Por tanto, para 8 U. D, el gasto probable que llegarán a la trampa de grasa es 0,26l/s

### 3.2.3. Cálculo del volumen de trampa de grasa

**Tabla 3.9: Datos de partida para el cálculo de volumen de trampa de grasa**

<b>Caudal de llegada.</b>	$Q = 0,26 \text{ l/s}$
<b>Concentración de grasa:</b>	$C_{gr} = 100 \text{ mg/l}$
<b>Concentración de sólidos sedimentarios:</b>	$C_s = 1000 \text{ mg/l}$
<b>Período de retención:</b>	$T_r = 180 \text{ s}$
<b>Tiempo de operación:</b>	$T_o = 8 \text{ h/d}$
<b>Período de limpieza:</b>	$T_1 = 7 \text{ d}$
<b>Densidad de grasa:</b>	$D_{gr} = 0,5 \text{ g/cm}^3$

**a) Volumen de líquido:**

$$V_{\text{liquido}} = Q * T = 0,26 \text{ l} * 180 \text{ s} = 46,80 \text{ l}$$

**b) Masa de grasas:**

$$M_{gr} = C_{gr} * Q * T_o * T_1 = 100 \text{ mg/l} * 8 \text{ h/d} * 7 \text{ d} = 5,24 \text{ kg}$$

**c) Volumen de grasas:**

$$V_{gr} = M_{gr} / D_{gr} = 5,24 \text{ kg} / 0,5 \text{ kg/l} = 10,48 \text{ l}$$

**d) Volumen de sólidos:**

$$V_S = C_S * Q * T_o * T_1 = 1\text{mg/l/h} * 0,26\text{l} * 8\text{h/d} * 7\text{d} = 0,02\text{l}$$

**e) Volumen de trampa de grasa:**

$$V_{T.G} = V_{\text{liquido}} * V_{gr} * V_S = 46,80\text{l} * 10,48\text{l} * 0,02\text{l} = 57,30\text{l}$$

El volumen de la trampa de grasa es 0,06 m<sup>3</sup>. Las dimensiones de la trampa de grasa en función de una relación 2:1 de ancho y largo son.

**Tabla 3.10: Dimensiones de la trampa de grasa**

Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)
0,55	0,30	0,322

**3.2.4. Cálculo del volumen de la cámara de paso:**

La cámara de paso sirve como respaldo del abastecimiento para el agua proveniente de la trampa de grasa. Se propuso un tiempo de retención para la cámara de paso de 10 minutos.

**Tabla 3.11: Datos para el cálculo de la cámara de paso**

Caudal de llegada Q	0,26 l/s
Período de retención (Tr)	600 s

**a) Volumen de cámara de paso:**

$$V_{C.P.} = Q * T_r = 0,26\text{l} * 600\text{s} = 156\text{l}$$

De esta manera, el volumen de la cisterna deberá ser 160 l. En consecuencia, las dimensiones de la cámara de paso son.

**Tabla 3.12: Dimensiones según cálculo de la cámara de paso**

Altura H (m)	Ancho B (m)	Largo L (m)	Volumen Útil (m <sup>3</sup> )
0,50	0,40	0,80	0,160

### 3.2.5. Cálculo del volumen del tanque cisterna de agua tratada

El agua tratada por el sistema solo alimentará a los inodoros, por lo que se calculó el número de inodoros (tabla 3.13). Así, se consideró una dotación diaria para inodoros de 71,40l/d (anexo C).

**Tabla 3.13: Cantidad de inodoros**

Descripción	Cantidad de inodoros
Vivienda Unifamiliar	2

#### a) volumen cisterna de agua tratada:

$$V_{C.A.T.} = Q * T_r * F_S * q_i = 71,40l * 1d * 1,3 * 2unid = 185,64l$$

Por tanto, el volumen de la cisterna se consideró de 200lts. En consecuencia. Para el dimensionamiento exacto del tanque cisterna para aguas grises se tomarán en cuenta la altura libre (hl=0,30 m).

**Tabla. 3.14: Dimensiones según cálculo del tanque cisterna para aguas grises**

Altura H (m)	Ancho B (m)	Largo L (m)	Volumen Útil (m <sup>3</sup> )
0,80	0,45	0,90	0,20

#### b) Tanque elevado

**Tabla. 3.15: Dimensiones reales del tanque elevado**

Cantidad	Capacidad	Material de
1	200	Plástico

### 3.2.6. Cálculo de la máxima demanda simultánea

Solo se abastecerá a los inodoros. Su número total es 2, además, según el reglamento nacional de instalaciones hidrosanitarias en edificios, la unidad de gasto es 6 para cada inodoro. Por tanto, el total es 12 U. H.

**Tabla. 3.16: Cantidad total de U. H. para inodoros**

Aparato sanitario	N.º de aparatos	U. G	U. H.
Inodoro	2	6	12
<b>Total</b>			<b>12</b>

Por tanto, para 12 U. H, Caudal máximo probable es 0,34l/s

### 3.2.7. Diseño hidráulico del sistema de impulsión de aguas grises

Haciendo de las ecuaciones del apartado 3.1.6 calculamos el sistema de impulsión de redistribución de aguas grises.

a) Caudal de bombeo:

$$Q_b = \frac{C_D}{86.400} \times \frac{24}{N} = \frac{185,64}{86.400} \times \frac{24}{0,15} = 0,34 \text{ l/s}$$

**Tabla. 3.17: Verificación de diámetro de tubería de impulsión**

Material Plástico (PVC) $C_f=0,000135$						
Caudal (Q)	Diámetro (D)		Velocidad	Longitu	J (Flamant)	Observación
(lt/s)	(pulg.)	(mm)	(m/s)	(m)	(m/m)	
0,34	1/2	12,7	2,68	11,96	0,713	vibracion
<b>0,34</b>	<b>3/4</b>	<b>19,05</b>	<b>1,19</b>	<b>11,96</b>	<b>0,104</b>	<b>cumple</b>
0,34	1"	25,4	0,67	11,96	0,026	sedimentacion
0,34	1 1/2"	38,1	0,30	11,96	0,0039	Sedimentacion
0,34	2	50,8	0,17	11,96	0,0010	Sedimentacion

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias*

Se adopta como diámetro de la tubería de impulsión

$$J = 6,1 \times 0,000135 \times \frac{0,00034^{1,75}}{0,01905^{4,75}} = 0,104 \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$\emptyset = 3/4" \text{ PPR} ; V = 1,19\text{m/s}$$

### 3.2.8. Tubería de succión

La Tubería de succión deberá tener un diámetro comercial superior al diámetro calculado para la tubería de impulsión:

$$D_s \geq D_b ; D_s=1" \text{ E} - 40 \text{ PVC}$$

### 3.2.9. Dimensionamiento de la potencia de la bomba

Determinación de las pérdidas de carga con el método de Flamant. Tanto para la tubería de succión como de impulsión.

**Tabla. 3.18: Determinación de las pérdidas de carga de la Tubería de Succión**

Tubería de succión PVC Ø 1"			J=0,104m/m	
Descripción	U	Cantidad	J	Le
Válvula de Pie (con coladera)	Pz	1	7,3	7,3
Codo de 90° (Radio largo)	Pz	1	0,5	0,5
Válvula de compuerta(abierta)	Pz	1	0,2	0,2
Longitud de tubería	m	1,08	1,08	1,08
<b>Total, de Longitud Equivalente</b>				<b>9,08</b>

$$h_f = J \times L_e = 0,94m$$

**Tabla. 3.19: Determinación de las pérdidas de carga de la Tubería de Impulsión**

Tubería de Impulsión PVC Ø 3/4"			J=0,104m/m	
Descripción	Un	Canti	J	Le
Válvula Check (retención tipo liviano)	Pz	1	1,6	1,60
Codo de 90° (Radio largo)	Pz	2	0,40	0,80
Codo de 90 (radio corto)	Pz	1	0,70	1,40
Válvula de compuerta(abierta)	Pz	2	0,10	0,20
Válvula de Flotador (de globo abierta)	Pz	1	6,70	6,70
Longitud de tubería	m	11,96	11,96	11,96
<b>Total, de Longitud Equivalente</b>				<b>22,66</b>

$$h_f = J \times L_e = 2,36m$$

La altura manométrica de succión se podrá calcular de acuerdo a la siguiente expresión (Cuando el nivel mínimo del agua en el tanque cisterna se encuentra en una cota inferior con relación al nivel medio de la bomba):

$$H_S = H_{gs} + \Delta H_S = 0,83m + 0,94m = 1,77m$$

**Dónde:**

$H_S$  = Altura manométrica de succión (m)

$H_{gs}$ =Altura geométrica de succión(m),diferencia de cotas entre el nivel medio de la Bomba y el punto de toma (criba)

$\Delta H_S$  = Altura de pérdida de carga (m)en la tubería de succión

Obteniendo mediante esta ecuación una altura manométrica de succión de 1,77m

La altura manométrica de impulsión se podrá calcular por la expresión:

$$H_i = H_{gi} + \Delta H_{gi} = 6,80\text{m} + 2,36\text{m} = 9,16\text{m}$$

**Donde:**

$H_i$  = Altura manométrica de impulsión (m)

$H_{gi}$  = Altura geométrica de impulsión, diferencia de cotas entre el nivel medio de la bomba y el punto de ingreso de la tubería de impulsión (m).

$\Delta H_{gi}$  = Altura de pérdida de carga de la tubería de impulsión (m)

Siendo la manométrica de impulsión de 9,36 m

Entonces la altura manométrica de bombeo se podrá calcular por la siguiente expresión:

$$H_b = H_i + H_s = 1,77\text{m} + 9,36\text{m} = 11,13\text{m}$$

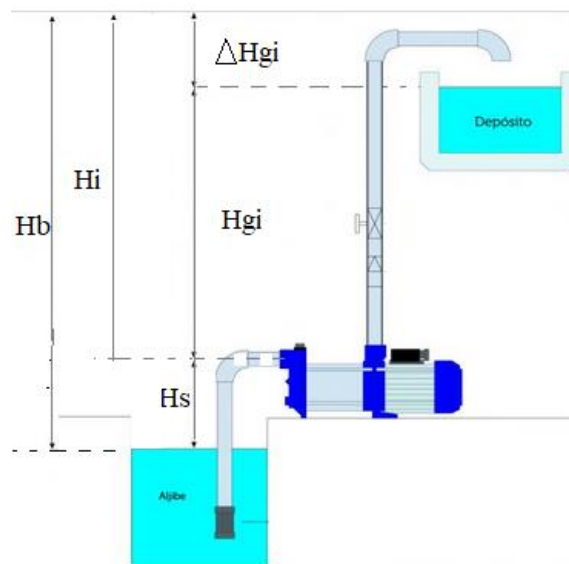
**Donde:**

$H_b$  = Altura manométrica de bombeo (m)

$H_i$  = Altura manométrica de impulsión (m)

$H_s$  = Altura manométrica de succión (m)

Siendo entonces la altura manométrica de bombeo de 11,13 m



La potencia teórica del equipo de bombeo se podrá determinar por las siguientes expresiones:

$$P_b = \frac{g \times Q_b \times H_b}{1000 \times \eta} = \frac{9,81 \frac{m}{s^2} \times 0,34 \frac{m}{s} \times 11,13m}{1000 \times 0,67} = 0,1Kw$$

**Dónde:**

$P_b$  = Potencia de la bomba en (kw)

$H_b$  = Altura manométrica de bombeo (m)

$Q_b$  = Caudal de bombeo (l/s)

$H$  = Eficiencia del equipo motor - bomba:  $\eta = \eta \text{ motor} * \eta \text{ bomba}$

$G$  = Coeficiente gravitacional, 9,81 (m/s<sup>2</sup>)

La potencia de la bomba es 0,1 Kw

Para fines de operación, la potencia teórica calculada deberá ser multiplicada por un factor adicional, dependiendo del tamaño de la bomba, de acuerdo a la tabla siguiente:

**Tabla 3.20: Coeficiente de mayoración de la potencia teórica de una bomba**

Potencia teórica de la bomba	Coeficiente de mayoración
< 7,5 Kw	1,20
7,5 kW - 22 Kw	1,15
> 22 kW	1,10

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias*

$$P_b = 0,1Kw \times 1,20 = 0,12 \text{ kw} \times \frac{1,341 \text{ hp}}{1\text{kw}} = 0,16\text{hp}$$

**Tabla 3.21: Datos para la adquisición del equipo.**

Potencia del Motor	0,50hp
Caudal de Bombeo	0,34L/s
Altura Manométrica	11,13m
Tipo de Bomba Centrífuga (Eje Horizontal)	

### 3.2.10. Diseño de filtro multimedia

Siendo el caudal de diseño:

$$Q_d = 0,26 \text{ l/s}$$

Por razones prácticas se hace la conversión a gpm:

$$Q_d = 4,12 \text{ gpm}$$

El número de unidades estimado es 1.

$$N_U = 1$$

La velocidad de filtración se determina según la siguiente tabla:

**Tabla 3.22: velocidad de filtración del tanque multimedia**

Tipo de fuente	Velocidad	
Agua de rio	7 Gmp/pies <sup>2</sup>	0,53 lps/pie <sup>2</sup>

**Fuente:** *Diseño de filtro multimedia, IngeBloggersPeru*

Siendo agua proveniente agua del Rio Ravelo, la velocidad de filtración será de 7gpm/pie<sup>2</sup>. Para el cálculo del área del filtro multimedia se considera la siguiente ecuación:

$$A = \frac{F_t}{V} = \frac{4,12\text{gpm}}{7\text{gpm/pies}^2} = 0,59\text{pies}^2 = 84,96\text{in}^2$$

**Donde:**

A=Área de filtrado

F<sub>t</sub>=Flujo que pasa por el tanque (Gpm)

V=Velocidad de filtración (Gpm/pie<sup>2</sup>)

Por cálculo se tiene un área de 84,96 in<sup>2</sup>

Con lo que podemos obtener el siguiente diámetro por la ecuación geométrica:

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 84,96 \text{ in}^2}{\pi}} = 10,40 \text{ in}^2$$

La altura del filtro se tomará de la siguiente tabla:

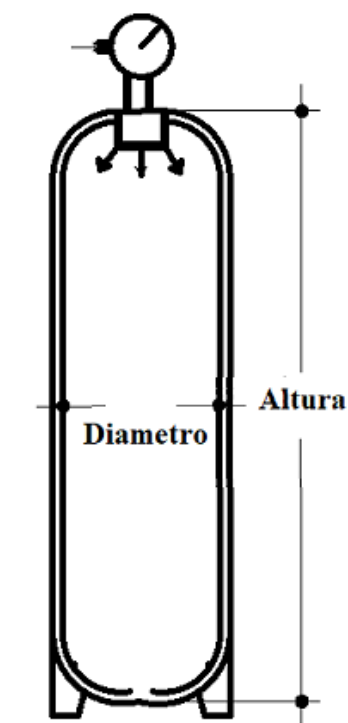
**Tabla 3.23: Altura del filtro en base al diámetro**

Diámetro tanque	Altura tanque	Cantidad de medio filtrante
9	48	1
10	54	1,5
<b>12</b>	<b>48</b>	<b>2</b>
13	54	2,5
14	65	3
16	65	4
18	65	5-6
21	62	7
24	72	10
30	72	13-15
36	72	24

**Fuente:** *Diseño de filtro multimedia, IngeBloggersPeru*

**Tabla 3.26: Dimensiones de filtro**

Diámetro	12 pulg
Altura	48 pulg



### 3.2.11. Cálculo de cloro

#### a) Volumen de agua tratada para un día en litros

$$V_{AG} = 185,64l$$

#### b) Cálculo de la cantidad de cloro

$$P = \frac{V * C_2}{10 * \%CL} = \frac{185,64l * 1,5mg/l}{10 * 65} = 0,43gr$$

**Donde:**

P = Peso de hipoclorito de calcio (gramos) para un día

$V_{AG}$  = Volumen (l) para un día

$C_2$  = Concentración aplicada: 1,5mg (promedio)

$\%CL$  = 65 a 70 (o el que utilice)

#### c) Cálculo de la cantidad de cloro para 30 días

$$\text{Cantidad} = P * N^{\circ} \text{ de días} = 0,43g * 30\text{días} = 12,90gr$$

## **CAPITULO IV: ANALISIS DE FACTIBILIDAD ENVASE A RESULTADOS OBTENIDOS**

### **4.1 MODELO EVOLUTIVO O ESPIRAL**

#### **4.1.1 Innovación**

Se proporciona a la población un modelo ingenieril de reúso de aguas grises aplicable a sectores socioeconómicos cuyo tipo de vivienda se denomina “social”, procedente de programas que otorgan calidad de vida a familias, y cuya ubicación por lo general recae en zonas con escases de agua, además de brindar educación sobre posibles escenarios de escases.

#### **4.1.2 Optimización**

Con el sistema, el usuario no hace uso de agua potable para descarga de inodoros, en su lugar se utiliza un tratamiento para las aguas grises, es decir, provenientes de lavabos y duchas, esta acción deriva en una optimización del recurso que no depende de las costumbres y la educación de los usuarios sino, de la aplicación de un sistema.

#### **4.1.3 Renovación**

La renovación radica, en lograr el empleo de un sistema que en vez de desechar los caudales provenientes de los artefactos que no producen contaminación bacteriana, las reutiliza post tratamiento, mediante la inversión de un monto de dinero inicial, que también permite la reducción de costos de servicios por mes.

### **4.2 ESTUDIO TECNICO**

#### **4.2.1 Elección del sistema**

Se consideran los siguientes aspectos para la selección de un sistema:

- El coste de acuerdo a la utilidad del tratamiento.
- El espacio necesario, tomando en cuenta las condiciones de Los ambientes de la vivienda.

- Control de olores
- Manejo y mantenimiento que represente complicación mínima.

El tratamiento físico a través de un filtro multimedia más un proceso de desinfección química con cloro es el que se aplicará a este caso. El proceso de elección se basa en la comodidad que ofrece un dispositivo multicapa y el coste de la desinfección con cloro considerablemente menor en relación a otros métodos.

Por otro lado, se aplica una trampa de grasa, diseñada para reducir la contaminación por residuos de artículos de limpieza que usualmente contienen materia grasa en su composición.

El filtro multimedia es utilizado para descartar partículas suspendidas en el caudal, sin embargo, este debe apoyarse también de una trampa de grasa, que mejorara su rendimiento y vida útil.

#### **4.2.2 Disposición de materiales**

Después de haberse realizado los cálculos se tiene que el sistema estará compuesto por:

- Una red de distribución de agua potable; excluyendo tanques de inodoros:
  - Un tanque elevado de Plástico 900L
  - Una red de tuberías de distribución de PPR; de 1/2" y 3/4", montante de 1".
- Una red de recolección de aguas grises:
  - Red de tuberías de PVC de 2"
- Una planta de tratamiento ubicada en la planta baja.
  - Una trampa de grasa prefabricada ubicada antes de la cámara de paso.
  - Un tanque cisterna de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup>.
  - Una bomba de 0,5 HP.
  - Un filtro multicapa que contienen, arena y grava.
  - Clorador en línea.
- Sistema de recirculación de aguas grises tratadas (para tanque de inodoro)
  - Un tanque elevado de plástico de 200L.
  - Una bomba centrífuga de 0.5HP
  - Tuberías de distribución de PPR de 3/4" y 1/2"

### 4.2.3 Flujograma del sistema de tratamiento

El flujograma del sistema de tratamiento a utilizarse en la vivienda es el siguiente:

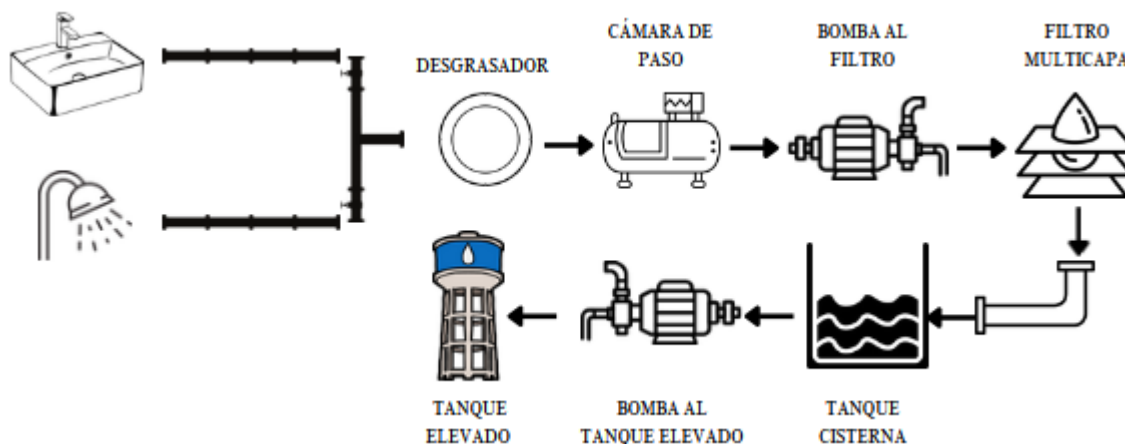


Figura 4.1: Flujograma del tratamiento

## 4.3 ESTUDIO DE COSTOS

### 4.3.1 Comparación de costos de la implementación del sistema con y sin reciclaje

Para el cálculo del costo del proyecto se toman todas las unidades involucradas en el reciclaje, sin embargo, se debe notar que los costos del sistema hidráulico de recolección no son tomados en cuenta y se resumen tanto el sistema con reciclaje como como el que prescinde de tratamiento.

Tabla 4.1: comparación de costos

<b>Sistema sin reciclaje de aguas grises</b>	2.999,62Bs.
<b>Sistema con reciclaje de aguas grises</b>	12.953,67Bs.

Teniendo un total de 12.953,67 Bs como presupuesto de inversión para el proyecto con una vida útil de 20 años. Ver Anexo A-2.

### 4.3.2 Costo de servicios

Según datos proporcionados por ELAPAS (Empresa Local de Agua Potable Y Alcantarillado Sucre) y CESSA (Servicio de Energía Eléctrica) para situar el caso en una zona periurbana de

la ciudad los gastos en servicios serían los que se muestran en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2: medias de tarifa de servicios en zonas periurbanas**

<b>Tarifa mínima de agua</b>	2.10 Bs/m <sup>3</sup>
<b>Tarifa mínima de electricidad</b>	1.06s/ Kwh

### 4.3.3 Gasto adicional de servicios

Se refiere al consumo eléctrico producido por las bombas y los gastos de materiales y mantenimiento del sistema de tratamiento:

$$0,5\text{HP} \frac{0,7457 \text{ Kw}}{1\text{HP}} = 0,373\text{Kw (Por bomba)}$$

$$\text{Por las dos bombas: } 0,373 \text{ Kw} \times 2 = 0,746 \text{ Kw}$$

Funcionamiento de 0.25 hrs al día:

$$0,746\text{Kw} \times \frac{0.25\text{hr}}{\text{dia}} = 0.185 \text{ kwh/dia}$$

Energía eléctrica específica consumida por m<sup>3</sup> producido

$$\frac{0.185 \text{ Kwh/d}}{0.2 \text{ m}^3/\text{dia}} = 0.925 \text{ Kwh/m}^3$$

Costo de energía por m<sup>3</sup> producido

$$0.925 \frac{\text{kwh}}{\text{m}^3} \times 1.06 \frac{\text{Bs}}{\text{Kwh}} = 0.98 \frac{\text{Bs}}{\text{m}^3}$$

Costo operación y mantenimiento

**Tabla 4.3: Costos operación y mantenimiento**

Costos materiales	0,10 Bs/ m <sup>3</sup>
Mantenimiento	0,026 Bs/m <sup>3</sup>

Dando un total de 1,106 Bs/m<sup>3</sup>, si el sistema prototipo recicla una media de 0.2 m<sup>3</sup> por día obtenemos un costo de total por las bombas, materiales y operación y mantenimiento es de:

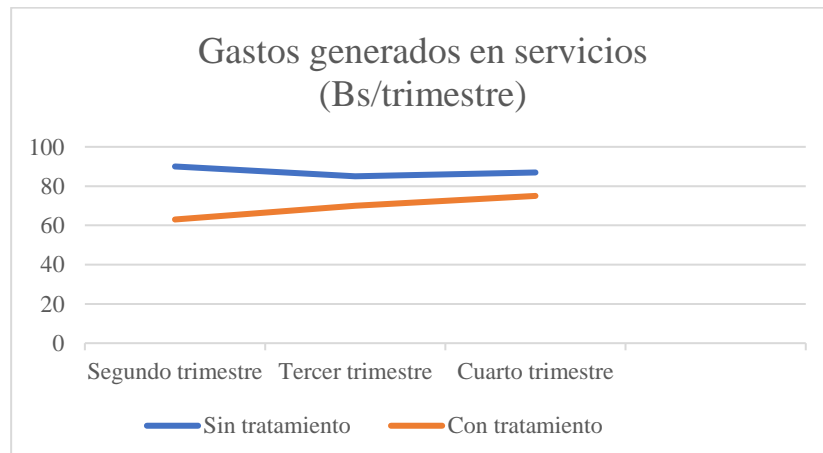
$$\text{Costo por mes} = 1,106 \times 0,2 \times 30 = 6,70 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}}$$

$$\text{Consumo total} = 3,10 + 16,9 = 20 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}}$$

#### 4.3.4 Proyección de gasto mensual de agua

De acuerdo a los datos de la tabla 4.2 el costo de m<sup>3</sup> para una vivienda con las características establecidas para el prototipo es de 2,10 Bs, si este fuese el costo a pagar por el volumen de agua potable que fuese a los tanques de inodoro que por cálculo del apartado 3.2.2 sabemos es 0,2 m<sup>3</sup>, derivaría en un costo diario de 0,42 Bs sumado al mínimo de 16,90 Bs, genera un gasto promedio de 29,5 Bs/mes

Mientras que para el caso de la implementación de un sistema de reciclaje sustituimos el requerimiento de agua potable por el de energía eléctrica que será consumida por las unidades de tratamiento de aguas grises provenientes de lavabos y duchas de toda la vivienda, este costo según el apartado 4.3.3 es de 20 Bs/mes.



**Figura 4.2: Gastos generados en servicios**

El grafico se muestra la variación de gasto trimestral de agua, en el apreciamos un costo menor a lo largo de todo el año en caso de tener un sistema de tratamiento, esto representa una ventaja frente al sistema convencional.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de costos con un 32% de ahorro en el gasto mensual de servicios no se logra un retorno de la inversión inicial.

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

Estudiar la factibilidad de la posible implementación de un sistema de reciclaje de aguas grises en modelos de vivienda social, viabiliza soluciones a la escasez de agua que se agrava conforme las ciudades se extienden.

La viabilidad se sustenta en un modelo de espiral evolutivo en el que las mejoras del sistema se implementan mientras el proyecto ya esta en curso, esto genera ventajas, ya que, las fases de educación e implementación del sistema harían posible la optimización continua del “producto”.

El diseño de un prototipo es indispensable para evitar daños en la infraestructura cuanto este sea aplicado.

Es imperioso contar con reglamentación que motive a mas usuarios a instalar un sistema de reutilización de agua, debido a la creciente inestabilidad en el abastecimiento de agua que se da por motivos varios.

El monto de inversión es considerable, tomando en cuenta que el grupo socioeconómico de estudio difícilmente no recienta el gasto, sin embargo, el abono mensual en gastos según el estudio de gastos realizados reduce un 32% inicial, a lo largo de veinte años de vida útil y bajo un escenario de optimas condiciones resulta en la viabilidad económica.

Si se tiene en cuenta que este tipo de viviendas se construyen como proyectos estatales para varios usuarios en un área común, una posibilidad de ahorro en el gasto inicial es el instalar una sola planta con el mismo sistema de reciclaje para varios usuarios que disponen la inversión inicial de forma grupal.

### **5.2 RECOMENDACIONES**

Realizar un análisis exhaustivo de las zonas que presentan mayor riesgo de sufrir los efectos de una escasez de agua. Esto debido a que las mismas empresas encargadas de la provisión de agua no pueden controlar el abastecimiento de las áreas nuevas que se anexan a la mancha urbana, lo que hace imposible contar con información veraz sobre la situación de cada sector.

Es importante estudiar los usos y costumbres de estos sectores, los cuales ayudan vislumbrar el grado de contaminación de las aguas grises, y tomar medidas en base a concientización y educación, y posteriormente con medidas ingenieriles.

## BIBLIOGRAFIA

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### NORMAS Y REGLAMENTOS

- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), Viceministerio de Servicios Básicos. Norma Boliviana NB 512. Tercera edición. Bolivia. 2004.
- Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, Tercera revisión, Noviembre 2011.
- Comité Técnico Normalizador N.º 3.1 “Agua Potable” (IBNORCA), Viceministerio de Servicios Básicos. Norma Boliviana NB 496-05 “Toma de Muestras”. Primera Edición. Bolivia. 2005

#### LIBROS

- Franco Alvarado, M. (2007). *Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación acaso en Chile*. Universidad de Chile. Santiago.
- Frau, G, (2005). *Reutilización de aguas grises para la descarga de los inodoros. Aspectos químicos relacionados*. Universitat de les Illes Balears. Francia.
- Gonzales Pérez, D. (2017). *Tratamiento ultravioleta del agua a escala domestica: Sistema de desinfección solar usando la técnica anidólica*. Primera edición. Barcelona.
- Monte De Oca, I. (1983). *Sequía en Potosí*. Superel LTDA. Bolivia
- Beltrán Zarza, N. (2006). *Aplicación de Luz Ultravioleta para la desinfección de efluentes secundarios con alto contenido patógeno*. Universidad Nacional Autónoma de México
- Elkin Darío Niño López-Néstor Camilo Martínez Medina, (2013). *Estudio de las aguas grises domesticas en tres niveles socioeconómicos de la ciudad de Bogotá Colombia*.
- Espinal- Ocampo, (2013). - *Rojas, Diseño y simulación de un sistema para el reciclaje de aguas grises en el hogar, Universidad tecnológica de Pereira, Colombia*.

## ARTICULOS

- Antonio Gutiérrez, O., López Malo, A., Palou, E., Ramírez Coronado, N. (2015), *Métodos para la determinación de dosis de radiación ultravioleta de onda corta*, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de las Américas, México.
- Menchaca Dávila, S. y Lozada, R. (2017). *Tratamiento de agua residuales por métodos naturales*. Observatorio del agua para el Estado de Veracruz. México.

# **ANEXO-A**

**COMPUTOS METRICOS Y PRESUPUESTO SIN RECICLAJE  
AGUAS GRISES**



## Presupuesto general

Proyecto: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON REC

Lugar:

Fecha: 17/may/2024

Cliente: USFXCH

Tipo de cambio: 6,96

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Literal	Parcial
1	Prov. Inst. Medidor Ø 1/2"	pza	1,00	393,52	Trescientos Noventa y Tres 52/100	393,52
2	Prov.y Tend.Tuberia PPR Ø 1/2"	m	35,73	16,82	Dieciseis 82/100	600,98
3	Prov.y Tend.Tuberia PPR Ø 3/4"	m	19,69	25,56	Veinticinco 56/100	503,28
4	Prov.y Tend.Tuberia PPR Ø 1"	m	8,06	32,77	Treinta y Dos 77/100	264,13
5	Prov. Inst. de Tanque Plastico de 900Lts c/Acc.	pza	1,00	1.237,71	Un Mil Doscientos Treinta y Siete 71/100	1.237,71
<b>Total presupuesto:</b>						<b>2.999,62</b>

Son: Dos Mil Novecientos Noventa y Nueve con 62/100 Bolivianos

# **ANEXO-B**

**COMPUTOS METRICOS Y PRESUPUESTO CON RECICLAJE  
AGUAS GRISES**

PLANILLA COMPUTOS METRICOS											
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISES A ESCALA UNIFAMILIAR											
No	DESCRIPCION	Unid.	DIMENSION					CUANTIFICACION			
			Nº	Largo	Ancho	Alto	Long.	Area	Volumen	PARCIAL	TOTAL
			Veces	m	m	m	m	m2	m <sup>3</sup>		
>	<b>MODULO-1 RED DE DISTRIBUCCION DE AGUA POTABLE</b>										
<b>1.0</b>	<b>Prov. Inst. Medidor Ø 1/2"</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
1.1	Medidor Ø 1/2"		1,00							1,00	
<b>2.0</b>	<b>Prov.y Tend.Tubería PPR Ø 1/2"</b>	<b>m</b>								<b>34,00</b>	
2.1	Ramal (1-3)		1,00	2,04						2,04	
2.2	Ramal (2-3)		1,00	0,88						0,88	
2.3	Ramal (4-5)		1,00	1,92						1,92	
2.4	Ramal (6-7)		1,00	1,81						1,81	
2.5	Ramal (9-10)		1,00	3,43						3,43	
2.6	Acometida		1,00	16,32						16,32	
2.7	Lavamanos		2,00	0,60						1,20	
2.8	Ducha		2,00	2,10						4,20	
2.9	Lavaplatos		1,00	0,60						0,60	
2.10	Lavanderia		1,00	0,90						0,90	
2.11	Lavadora electrica		1,00	0,70						0,70	
<b>3.0</b>	<b>Prov.y Tend.Tubería PPR Ø 3/4"</b>	<b>m</b>								<b>13,16</b>	
3.1	Ramal (3-8)		1,00	13,16						13,16	
<b>4.0</b>	<b>Prov.y Tend.Tubería PPR Ø 1"</b>	<b>m</b>								<b>7,55</b>	
4.1	Ramal (8-11)		1,00	0,55						0,55	
4.2	Montante		1,00	7,00						7,00	
<b>5.0</b>	<b>Prov. Inst. de Tanque Plástico de 900Lts c/Acc.</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
5.1	Tanque Plástico		1,00							1,00	
>	<b>MODULO-2 TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES</b>										
<b>6.0</b>	<b>Replanteo y Trazado de Superficie</b>	<b>m2</b>								<b>1,62</b>	
6.1	Camara Desengrasadora		1,00	0,55	0,30			0,17		0,17	
6.2	Camara de paso		1,00	1,04	0,64			0,67		0,67	
6.3	Tanque Cisterna Aguas Tratada		1,00	1,14	0,69			0,79		0,79	
<b>7.0</b>	<b>Excavacion Manual Terreno Comun</b>	<b>m3</b>								<b>1,31</b>	
7.1	Camara Desengrasadora		1,00	0,55	0,30	0,32		0,05		0,05	
7.2	Camara de paso		1,00	1,04	0,64	0,70		0,47		0,47	
7.3	Tanque Cisterna Aguas Tratada		1,00	1,14	0,69	1,00		0,79		0,79	
<b>8.0</b>	<b>Prov.y Tend.Tubería Sanitaria PVC Ø 2"</b>	<b>m</b>								<b>14,19</b>	
8.1	Tubería Sanitaria Ø 2"		1,00	14,19						14,19	
<b>9.0</b>	<b>Prov. Inst. de Caja Sifonada</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
9.1	Caja Sifonada		1,00							1,00	
<b>10.0</b>	<b>Prov. Inst. de camara Desengrasadora</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
10.1	Camara Desengrasadora		1,00							1,00	
<b>11.0</b>	<b>Losa de Fondo de H°A°</b>	<b>m3</b>								<b>0,22</b>	
11.1	Camara de paso		1,00	1,04	0,64	0,15		0,10		0,10	
11.2	Tanque Cisterna Aguas Tratada		1,00	1,14	0,69	0,15		0,12		0,12	
<b>12.0</b>	<b>Elevaciones de H°A°</b>									<b>0,48</b>	
12.1	Camara de paso de Aguas Grises -eje y		2,00	1,04	0,12	0,50		0,06		0,12	
12.2	Camara de paso de Aguas Grises -eje x		2,00	0,40	0,12	0,50		0,02		0,05	
12.3	Tanque Cisterna Aguas Tratada -eje y		2,00	1,14	0,12	0,80		0,11		0,22	
12.4	Tanque Cisterna Aguas Tratada -eje x		2,00	0,45	0,12	0,80		0,04		0,09	
<b>13.0</b>	<b>Losa Tapa de H°A°</b>	<b>m3</b>								<b>0,07</b>	
13.1	Camara de paso de Aguas Grises		1,00	1,04	0,64	0,05		0,03		0,03	
13.2	Tanque Cisterna Aguas Tratada		1,00	1,14	0,69	0,05		0,04		0,04	
<b>14.0</b>	<b>Prov. Inst. Bomba sumerg. 0,5hp</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
14.1	Tanque Cisterna Aguas Grises		1,00							1,00	
<b>15.0</b>	<b>Prov. Inst. Prueba-Tableros-Paneles Control Bombas</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
15.1	Camara de paso de Aguas Grises		1,00							1,00	
<b>16.0</b>	<b>Prov. Inst. de Filtros Multimedia</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
16.1	Filtros Multimedia		1,00							1,00	
<b>17.0</b>	<b>Prov. Inst. de clorador en linea</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
17.1	Clorador en linea		1,00							1,00	
>	<b>MODULO-3 DISTRIBUCCION DE AGUAS POSTRATAMIENTO</b>										
<b>18.0</b>	<b>Prov. Inst. Bomba sumerg. 0,5hp</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
18.1	Tanque Cisterna Aguas Tratada		1,00							1,00	
<b>19.0</b>	<b>Prov. Inst. Prueba-Tableros-Paneles Control Bombas</b>	<b>pza</b>								<b>1,00</b>	
19.1	Tanque Cisterna Aguas Tratadas		1,00							1,00	
<b>20.0</b>	<b>Prov.y Tend.Tubería PPR Ø 1/2"</b>	<b>m</b>								<b>24,22</b>	
20.1	Ramal (1-5)		1,00	8,89						8,89	
20.2	Ramal (2-4)		1,00	0,11						0,11	
20.3	Ramal (3-4)		1,00	0,42						0,42	
20.4	Ramal (4-5)		1,00	1,64						1,64	
20.5	Impulsion		1,00	11,96						11,96	
20.6	Inodoro		2,00	0,30						0,60	



## Presupuesto por módulo

Proyecto: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON REC

Lugar:

Fecha: 17/may/2024

Cliente: USFXCH

Tipo de cambio: 6,96




















Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Literal	Parcial
<b>&gt; M01 - RED DE DISTRIBUCCION DE AGUA POTABLE</b>						<b>2.786,89</b>
1	Prov. Inst. Medidor Ø 1/2"	pza	1,00	393,52	Trescientos Noventa y Tres 52/100	393,52
2	Prov.y Tend.Tuberia PPR Ø 1/2"	m	34,00	16,82	Dieciseis 82/100	571,88
3	Prov.y Tend.Tuberia PPR Ø 3/4"	m	13,16	25,56	Veinticinco 56/100	336,37
4	Prov.y Tend.Tuberia PPR Ø 1"	m	7,55	32,77	Treinta y Dos 77/100	247,41
5	Prov. Inst. de Tanque Plastico de 900Lts c/Acc.	pza	1,00	1.237,71	Un Mil Doscientos Treinta y Siete 71/100	1.237,71
<b>&gt; M02 - TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES</b>						<b>7.301,20</b>
6	Replanteo y Trazado de Superficie	m²	1,62	3,73	Tres 73/100	6,04
7	Excavacion Manual Terreno Comun	m³	1,31	72,92	Setenta y Dos 92/100	95,53
8	Prov.y Tend.Tubería Sanitaria PVC Ø 2"	m	14,19	30,09	Treinta 09/100	426,98
9	Prov. Inst. de Caja Sifonada de 6"	pza	1,00	134,39	Ciento Treinta y Cuatro 39/100	134,39
10	Camara Desengrasadora	pza	1,00	389,48	Trescientos Ochenta y Nueve 48/100	389,48
11	Losa de Fondo de HºAº	m³	0,22	2.739,10	Dos Mil Setecientos Treinta y Nueve 10/100	602,60
12	Elevaciones de HºAº	m³	0,48	3.028,76	Tres Mil Veintiocho 76/100	1.453,80
13	Losa Tapa de HºAº	m³	0,07	3.065,12	Tres Mil Sesenta y Cinco 12/100	214,56
14	Prov. Inst. Bomba sumerg. 0,5hp	pza	1,00	1.417,93	Un Mil Cuatrocientos Diecisiete 93/100	1.417,93
15	Prov. Inst. Prueba-Tableros-Paneles Control Bombas	pza	1,00	459,49	Cuatrocientos Cincuenta y Nueve 49/100	459,49
16	Prov. Inst. de Filtros Multimédias	pza	1,00	1.706,88	Un Mil Setecientos Seis 88/100	1.706,88
17	Prov. Inst. de clorador en línea	pza	1,00	393,52	Trescientos Noventa y Tres 52/100	393,52
<b>&gt; M03 - DISTRIBUCCION DE AGUAS POSTRATAMIENTO</b>						<b>2.865,58</b>
18	Prov. Inst. Bomba sumerg. 0,5hp	pza	1,00	1.417,93	Un Mil Cuatrocientos Diecisiete 93/100	1.417,93
19	Prov. Inst. Prueba-Tableros-Paneles Control Bombas	pza	1,00	459,49	Cuatrocientos Cincuenta y Nueve 49/100	459,49
20	Prov.y Tend.Tuberia PPR Ø 1/2"	m	24,22	16,82	Dieciseis 82/100	407,38
21	Prov.y Tend.Tuberia PPR Ø 3/4"	m	8,46	25,56	Veinticinco 56/100	216,24
22	Prov. Inst. de Tanque Plastico de 200Lts c/Acc.	pza	1,00	364,54	Trescientos Sesenta y Cuatro 54/100	364,54
<b>Total presupuesto:</b>						<b>12.953,67</b>

Son: Doce Mil Novecientos Cincuenta y Tres con 67/100 Bolivianos

# **ANEXO-C**

## **TABLAS DE DISEÑO**

Tabla n.º 5 PERDIDAS DE CARGA LOCALIZADA

Diámetro D		CODO DE 90°	CODO DE 90°	CODO DE 90°	CODO DE 45°	CURVO DE 90°	CURVO DE 90°	CURVA 45°	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	VALVULA COMP. ABIERTA	VALVULA DE GLOBO ABIERTA	VALVULA DE ANGULO ABIERTA	TEE DE PASO DIRECTO	TEE DE PASO DELADO	TEE SALIDA BILATERAL	VALVULA DE PIE CON COLADERA	SALIDA DE TUBERIA	VALVULAS DE RETANCION	
MM	PUL																		TIPO LIVIANA	TIPO PESADO
		RADIO LARGO	RADIO MEDIO	RADIO CORTO																
13	1/2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1.0	1.0	3.6	0.4	1.1	1.6
19	3/4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6	0.5	1.6	2.4
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	8.2	4.6	0.5	1.7	1.7	7.3	0.7	2.1	3.2
32	1-1/4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10.0	0.9	2.7	4.0
38	1-1/2	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5	1.0	0.3	13.4	6.7	0.9	2.8	2.8	11.6	1.0	3.2	4.8
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14.0	1.5	4.2	6.4
63	2-1/2	1.3	1.7	2.0	0.9	0.8	1.0	0.5	0.9	1.9	0.4	21.0	10.0	1.3	4.3	4.3	17.0	1.9	5.2	8.1
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1.0	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5	26.0	13.0	1.6	5.2	5.2	20.0	2.2	6.3	9.7
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.6	0.7	1.6	3.2	0.7	34.0	17.0	2.1	6.7	6.7	23.0	3.2	8.4	12.9
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	2.1	0.9	2.0	4.0	0.9	43.0	21.0	2.7	8.4	8.4	30.0	4.0	10.4	16.1
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5	5.0	1.1	51.0	26.0	3.4	10.0	10.0	39.0	5.0	12.5	19.3
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0	2.4	3.3	1.5	3.5	6.0	1.4	67.0	34.0	4.3	13.0	13.0	52.0	6.0	16.0	25.0
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3.0	4.1	1.8	4.5	7.5	1.7	85.0	43.0	5.5	16.0	16.0	65.0	7.5	20.0	32.0
300	12	6.1	7.9	9.5	4.6	3.6	4.8	2.2	5.5	9.0	2.1	102.0	51.0	6.1	19.0	19.0	78.0	9.0	24.0	38.0
350	14	7.3	9.5	10.5	5.3	4.4	5.4	2.5	6.2	11.0	2.4	120.0	60.0	7.3	22.0	22.0	90.0	11.0	28.0	45.0
400	16	8.4	11.1	12.2	6.2	5.4	6.2	2.8	7.2	12.5	2.5	130.0	63.0	8.4	26.0	26.0	100.0	12.5	32.0	54.0

## ENCUESTA

¿Usted vive en una vivienda unifamiliar?	¿Cuántos dormitorios tiene su vivienda?	¿Cuántas personas viven en su vivienda?	¿Su vivienda cuenta con una trabajadora del hogar?	¿Cuántos inodoros tienen su vivienda?	Sabemos que el uso de un inodoro es importante en nuestras vidas; sin embargo, su frecuencia de uso también es un factor de gasto en cuanto al uso de agua se refiere. En su caso, ¿qué frecuencia diaria le da a su inodoro?	Litros por descargas (6 l)	Dotación diaria de un inodoro (l/d)
SI	3	4	NO	2	5	6	60
SI	4	8	NO	2	4	6	96
SI	3	4	SI	3	6	6	48
SI	3	3	NO	2	5	6	45
SI	4	6	NO	2	6	6	108
<b>PROMEDIO (l/d)</b>							<b>71,40</b>

# **ANEXO-D**

## **CALCULO DE DIAMETROS DE TUBERIAS**

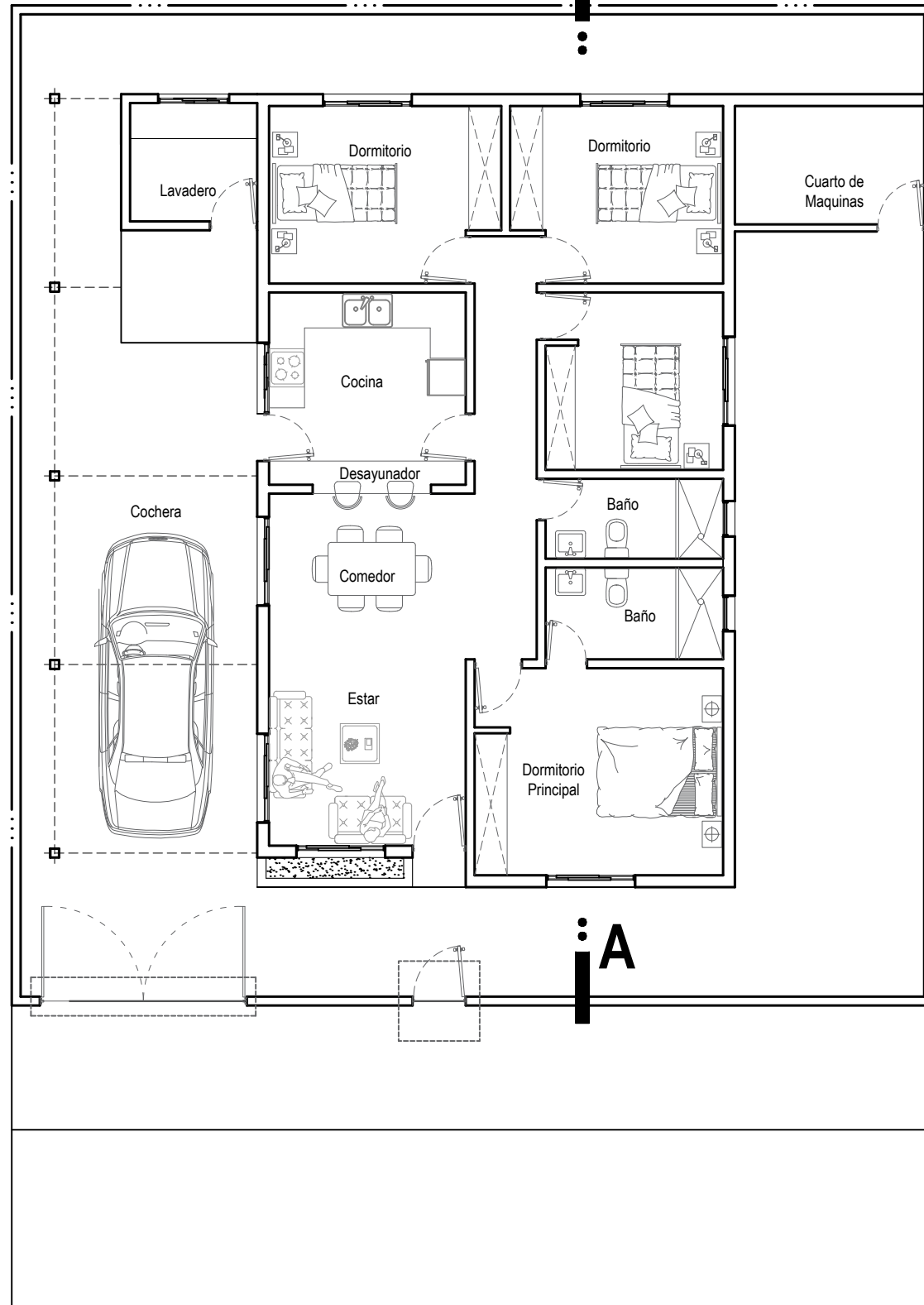
PLANILLA DE CALCULO RED DE AGUA POTABLE- MONTANTE																		COEF" C"=	0,000135
TRAMO	PISO	ARTEFACTO	Q(lpmin)	Q(lps)	ΣQ	Nº Art.	K	Qd	Ø(plg)	V (mps)	Long. Tramo (m)	Longitud equival. (m)	Longitud Total (m)	J (m.c.a/m)	J xL (m.c.a)	Presión entr. (m.c.a)	Presión sal. (m.c.a)	Presión disponible	OBSERVACIONES
1-3	PLANTA BAJA	Lv	9,46	0,158	0,158	1	1,000	0,158	1/2	1,245	2,04	0,2	2,24	0,186	0,416	2,934	2,518	2,018	LAVAMANOS
2-3	PLANTA BAJA	Le	9,46	0,158	0,158	1	1,000	0,158	1/2	1,245	0,88	0,2	1,08	0,186	0,201	3,135	2,934	2,334	LAVADORA ELECTRICA
3-5	PLANTA BAJA	(1-3)+(2-3)	---	---	0,315	2	1,000	0,315	3/4	1,106	2,47	0,3	2,77	0,091	0,252	3,387	3,135	3,135	
4-5	PLANTA BAJA	Lp	9,46	0,158	0,158	1	1,000	0,158	1/2	1,245	1,92	0,2	2,12	0,186	0,394	3,781	3,387	2,487	LAVAPLATOS
5-7	PLANTA BAJA	(4-5)+(3-5)	---	---	0,473	3	0,707	0,334	3/4	1,173	3,21	0,3	3,51	0,101	0,354	4,135	3,781	3,781	
6-7	PLANTA BAJA	Gr	9,46	0,158	0,158	1	1,000	0,158	1/2	1,245	3,15	0,2	3,35	0,186	0,622	4,758	4,135	3,535	GRIFO
7-14	PLANTA BAJA	(6-7)+(5-7)	---	---	0,631	4	0,577	0,364	3/4	1,277	6,97	0,3	7,27	0,117	0,852	5,609	4,758	4,758	
8-13	PLANTA BAJA	Du	9,46	0,158	0,158	1	1,000	0,158	1/2	1,245	2,31	0,2	2,51	0,186	0,466	6,075	5,609	3,509	DUCHA
9-10	PLANTA BAJA	L	9,46	0,158	0,158	1	1,000	0,158	1/2	1,245	0,11	0,2	0,31	0,186	0,058	6,133	6,075	5,175	LAVAMANOS
10-11	PLANTA BAJA	(9-10)+L	9,46	0,158	0,315	2	1,000	0,315	3/4	1,106	0,77	0,3	1,07	0,091	0,097	6,230	6,133	5,233	LAVAMANOS
11-12	PLANTA BAJA	(10-11)+l	11,36	0,189	0,505	3	0,707	0,357	3/4	1,252	0,65	0,3	0,95	0,113	0,107	6,338	6,230	6,030	INODORO
12-13	PLANTA BAJA	(12-13)+l	11,36	0,189	0,694	4	0,577	0,401	3/4	1,406	0,74	0,3	1,04	0,138	0,144	6,482	6,338	6,138	INODORO
13-14	PLANTA BAJA	(12-13)+(8-13)	---	---	0,852	5	0,500	0,426	3/4	1,494	1,23	0,3	1,53	0,154	0,236	6,718	6,482	6,482	
14-15	PLANTA BAJA	(13-14)+(7-14)	---	---	1,482	9	0,354	0,524	1	1,034	0,51	0,4	0,91	0,056	0,051	6,769	6,718	6,718	
15-16	PLANTA BAJA	(14-15)+Du	9,46	0,158	1,640	10	0,333	0,547	1	1,079	0,61	0,4	1,01	0,061	0,061	6,830	6,769	4,669	DUCHA
16-T.E	PLANTA BAJA	(16-16)	---	---	1,640	10	0,333	0,547	1	1,079	5,42	0,4	5,42	0,061	0,330	7,160	6,830	6,830	

PLANILLA DE CALCULO RECIRCULACION DE AGUA TRATADA - MONTANTE																			COEF" C"=	0,000135
TRAMO	PISO	ARTEFACTO	Q(lpmin)	Q(lps)	ΣQ	Nº Art.	K	Qd	Ø(plg)	Ø(mm)	V (mps)	Long. Tramo (m)	Longitud equival. (m)	Longitud Total (m)	J (m.c.a/m)	J xL (m.c.a)	Presión entr. (m.c.a)	Presión sal. (m.c.a)	Presión disponible	OBSERVACIONES
1-5	PLANTA BAJA	Gr	9,46	0,158	0,158	1	1,000	0,158	1/2	12,70	1,245	8,9	0,2	9,1	0,186	1,690	5,439	3,748	3,148	GRIFO
2-4	PLANTA BAJA	I	11,36	0,189	0,189	1	1,000	0,189	1/2	12,70	1,495	0,11	0,2	0,31	0,256	0,079	5,518	5,439	5,139	INODORO
3-4	PLANTA BAJA	I	11,36	0,189	0,189	1	1,000	0,189	1/2	12,70	1,495	0,42	0,2	0,62	0,256	0,159	5,677	5,518	5,218	INODORO
4-5	PLANTA BAJA	(2-4)+(3-4)	--	--	0,379	2	1,000	0,379	3/4	19,05	1,329	1,62	0,4	2,02	0,125	0,253	5,930	5,677	5,677	
5-6	PLANTA BAJA	(1-5)+(4-5)	--	--	0,536	3	0,707	0,379	3/4	19,05	1,331	2,18	0,3	2,48	0,126	0,312	6,242	5,930	5,930	
6-T.E	PLANTA BAJA	(5-6)	--	--	0,536	3	0,707	0,379	3/4	19,05	1,331	7	0,3	7,3	0,126	0,918	7,160	6,242	6,242	

**ANEXO-E**  
**PLANOS**

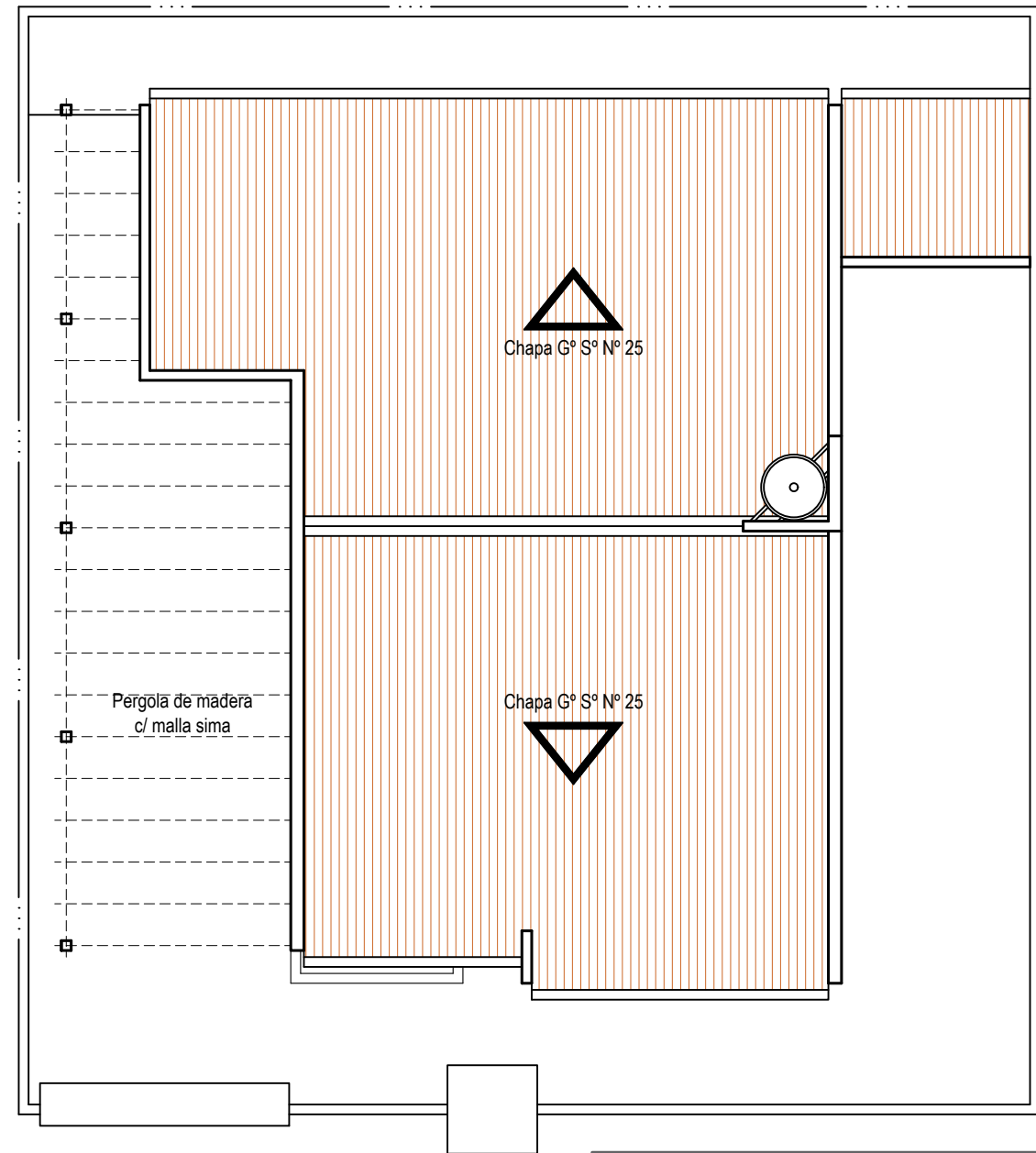
PLANO: PLANTA GENERAL

Esc: 1:100



PLANO: PLANTA DE TECHO

Esc: 1:100



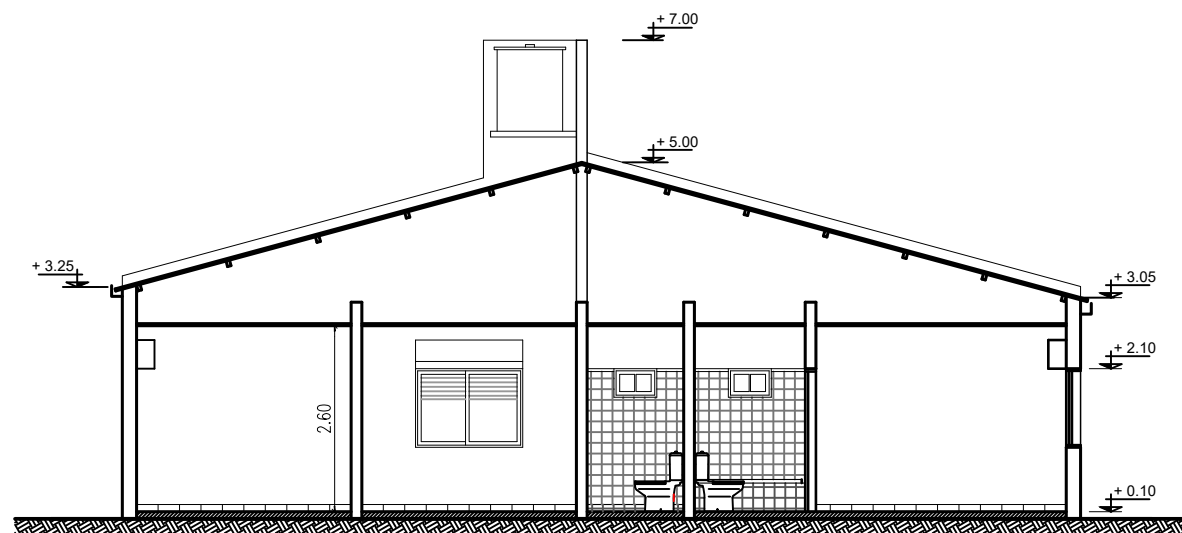
	<b>U.M.R.P.S.F.X.CH.</b> CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS E INVESTIGACION DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EDIFICACIONES V.1	
	TEMA: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISAS A ESCALA UNIFAMILIAR	
TÍTULO DEL PLANO: ARQUITECTONICO		
POSTULANTE: JESUS PERCY PORCEL GONZALES	FECHA: 17-mayo-2024	
REVISIÓN:	PLANO N°: 1 de 9	ESCALA: 1:00

PLANO: FACHADA

Esc: 1:100

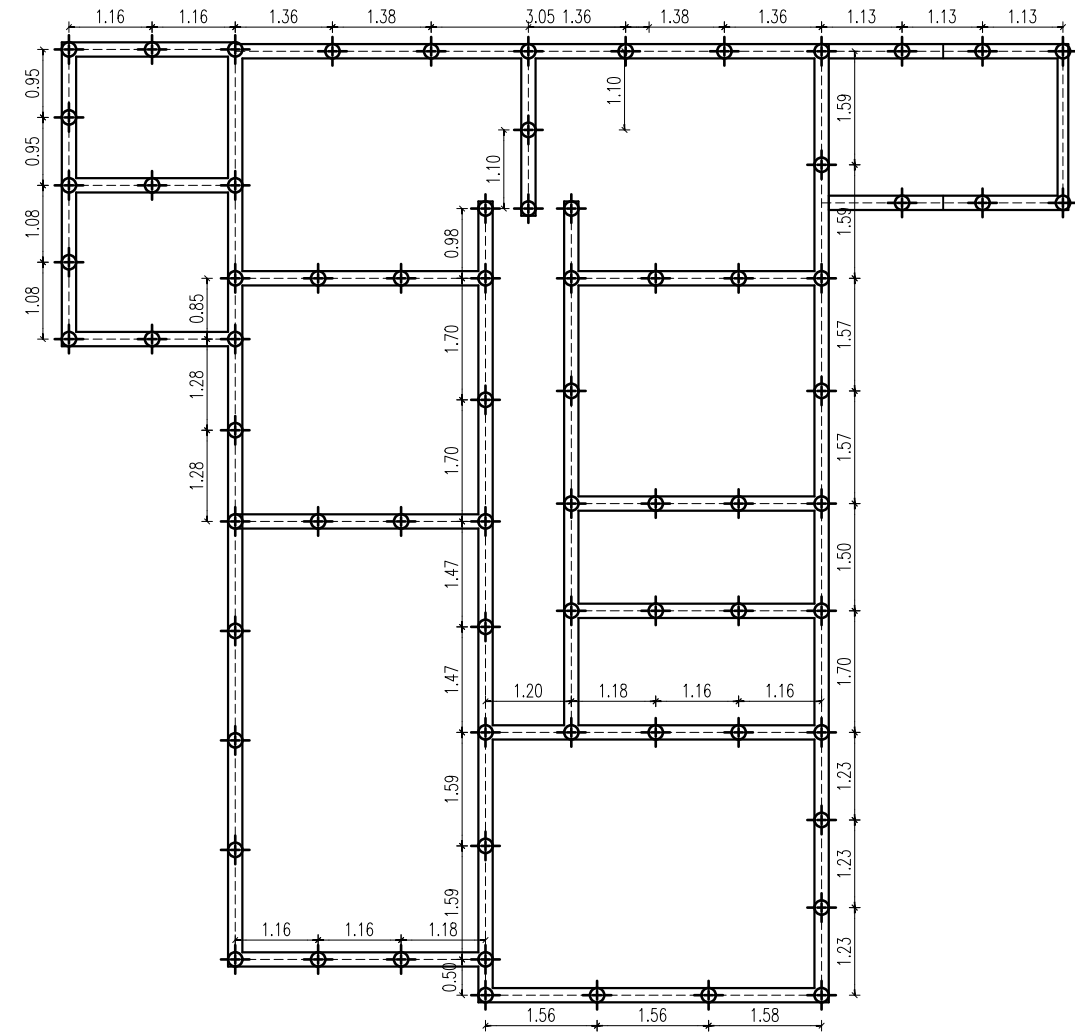


PLANO: CORTE A-A




PLANO: PLANTA FUNDACIONES

Esc: 1:100



REFERENCIAS

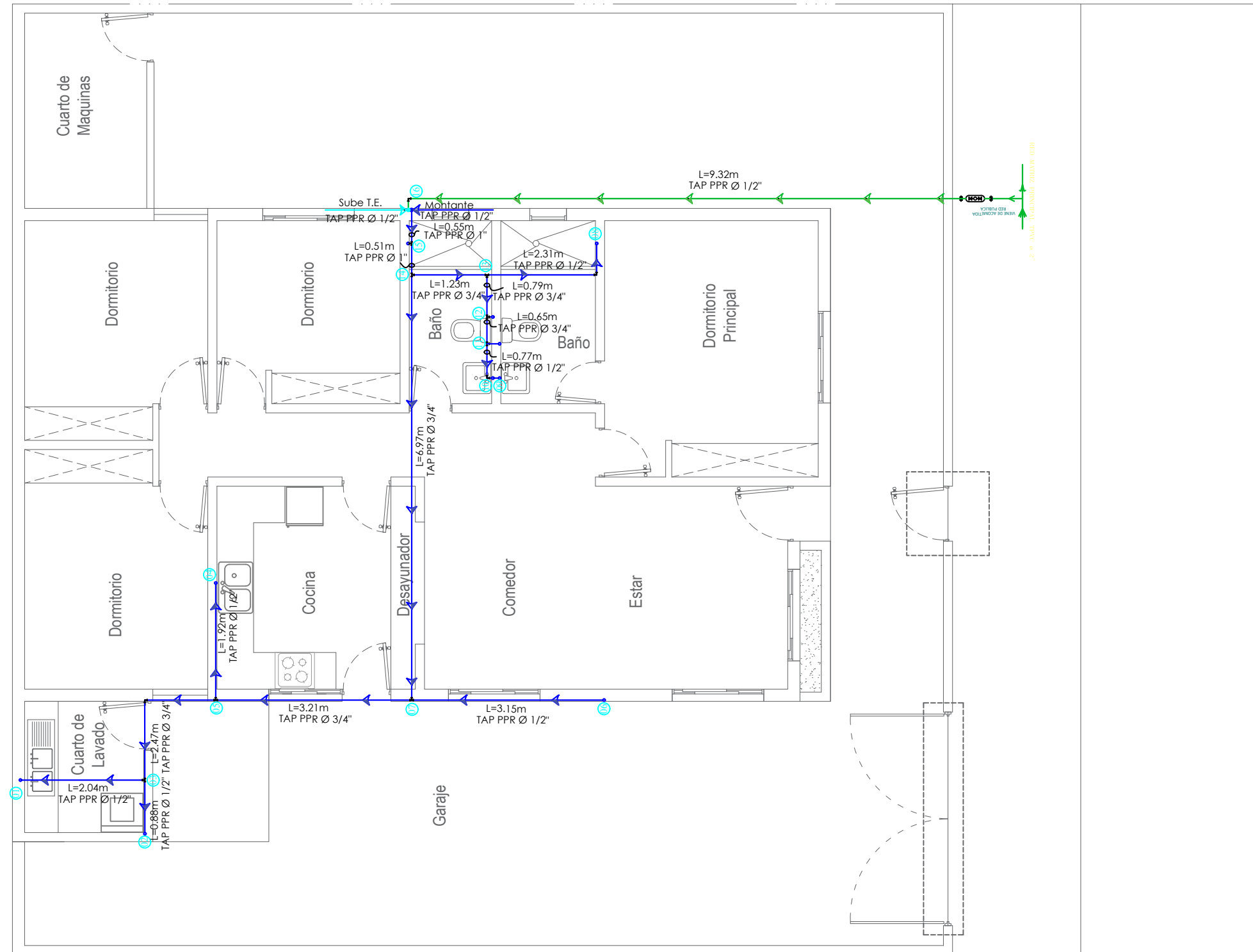
- Pílotin de H° A° - Ø 20 cm Alt: 1.2 m
- Viga de H° A° - 20 x 30 cm

 <p><b>U.M.R.P.S.F.X.CH.</b> CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS E INVESTIGACION DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EDIFICACIONES V.1</p>	
<p>TEMA: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISES A ESCALA UNIFAMILIR</p>	
<p>TÍTULO DEL PLANO: ARQUITECTONICO</p>	
<p>POSTULANTE: JESUS PERCY PORCEL GONZALES</p>	<p>FECHA: 17-mayo-2024</p>
<p>REVISIÓN:</p>	<p>PLANO N°: 2 de 9</p>
<p>ESCALA: 1:00</p>	

# INSTALACION DE AGUA FRIA

## PLANTA

ESC: 1:75



### REFERENCIAS

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	NUMERACION PARA EL SISTEMA
	UNION UNIVERSAL
	ANILLA
	TEE
	CODO DE 90°
	TUBERIA PPR QUE SUBE A.P.
	TUBERIA MONTANTE PPR A.P.
	VALVULA DE RETENCION
	MEDIDOR DE AGUA POTABLE (M A P) Domiciliario(DOM);Comercial(COM)
	LLAVE DE PASO (LLP)
	BOMBA
	AGUA POTABLE (Tendido Agua Potable) (A.F. TF Ø "n")
	AGUA POTABLE (Acometida Ø 1")

ARTEFACTO	ABREVIATURA	ALTURA DE CONEXION (M)
INODORO		I 0.30
LAVAMANOS		L 0.90
LAVANDERIA		Lr 0.90
LAVAPLATOS		Lp 0.90
DUCHA		Du 2.10
LAVADORA		Lc 0.60

**U.M.R.P.S.F.X.CH.**

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS E INVESTIGACION  
DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN  
EDIFICACIONES V.1

**TEMA:** ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISAS A ESCALA UNIFAMILIAR

**TÍTULO DEL PLANO:** INSTALACION DE AGUA FRIA

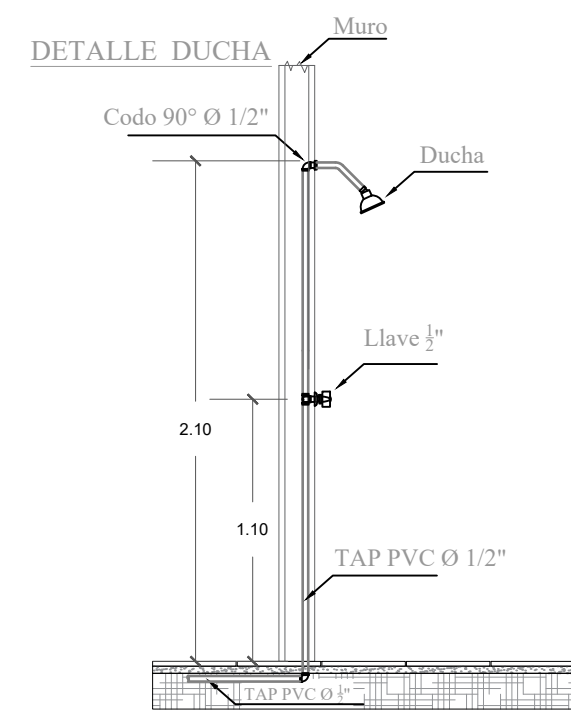
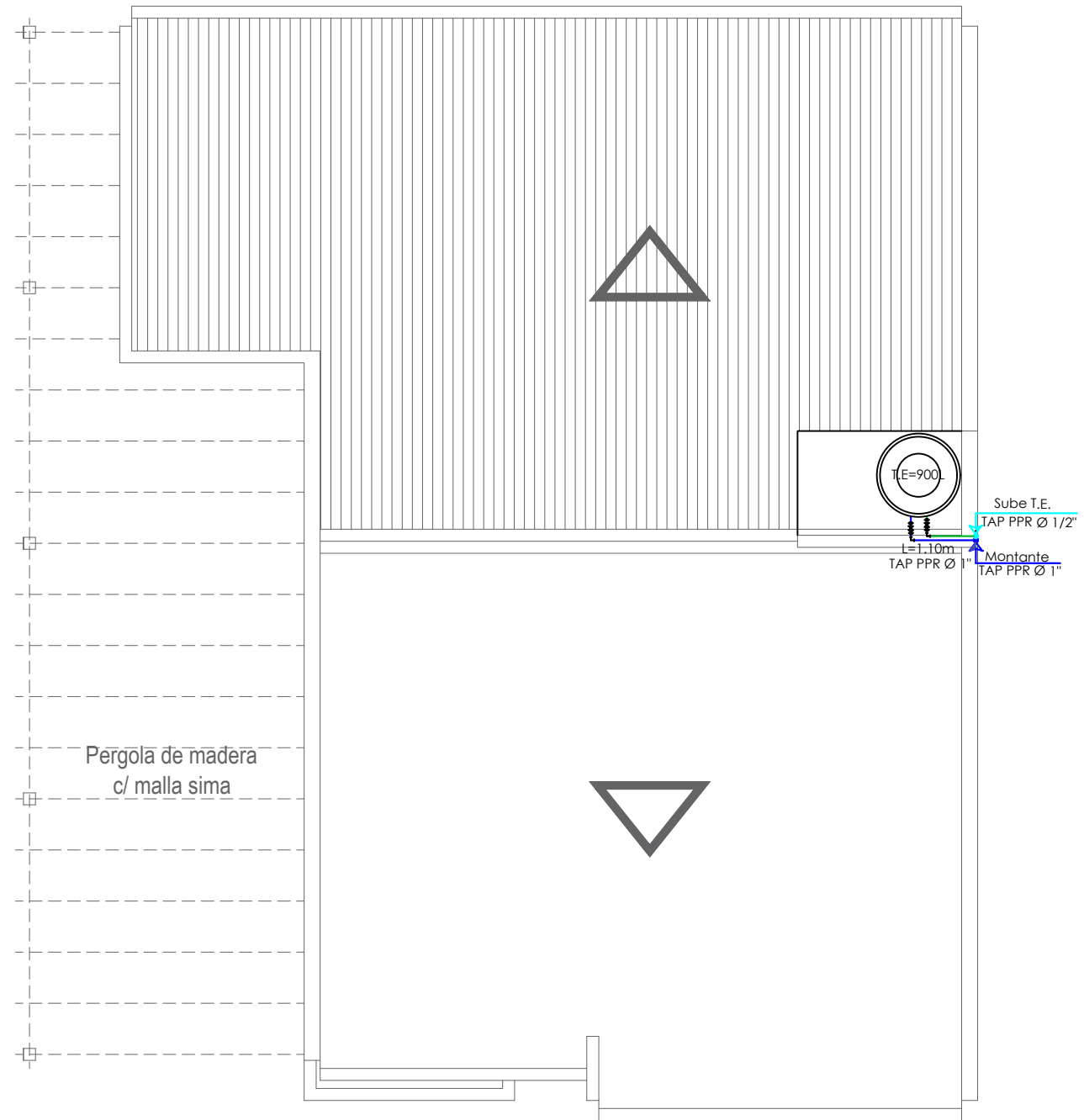
**POSTULANTE:**  
JESUS PERCY PORCEL GONZALES

**FECHA:**  
17-mayo-2024

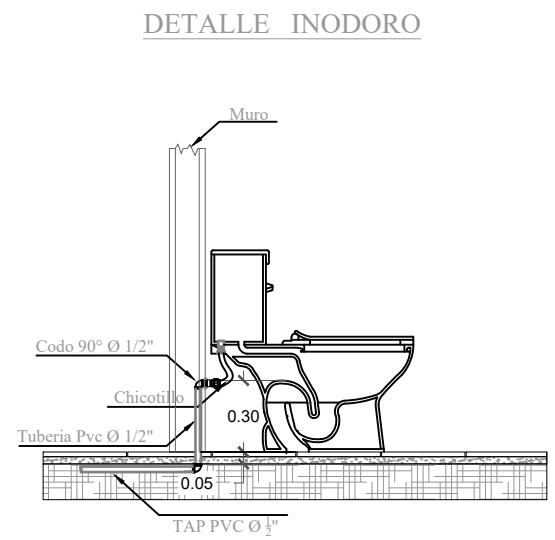
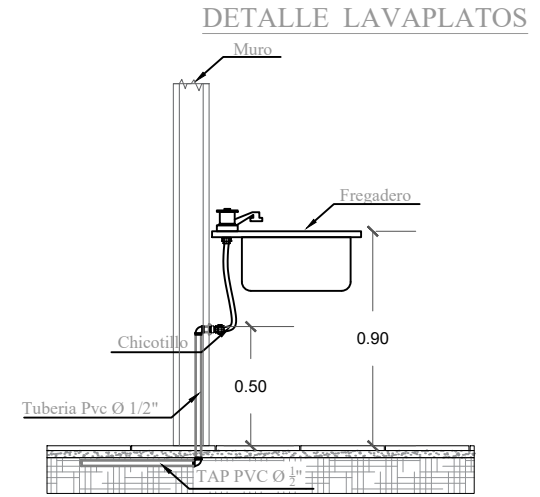
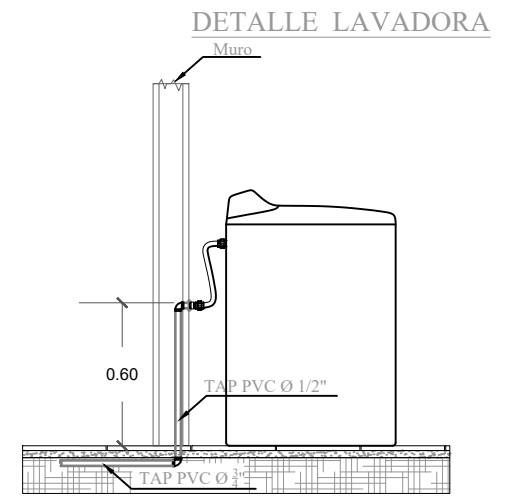
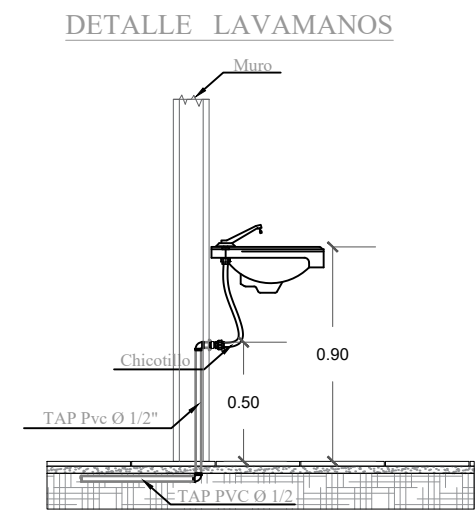
**REVISIÓN:**

**PLANO N°:**  
3 de 9

**ESCALA:**  
1:75



**DETALLES ARTEFACTOS**  
**ESC: 1:30**

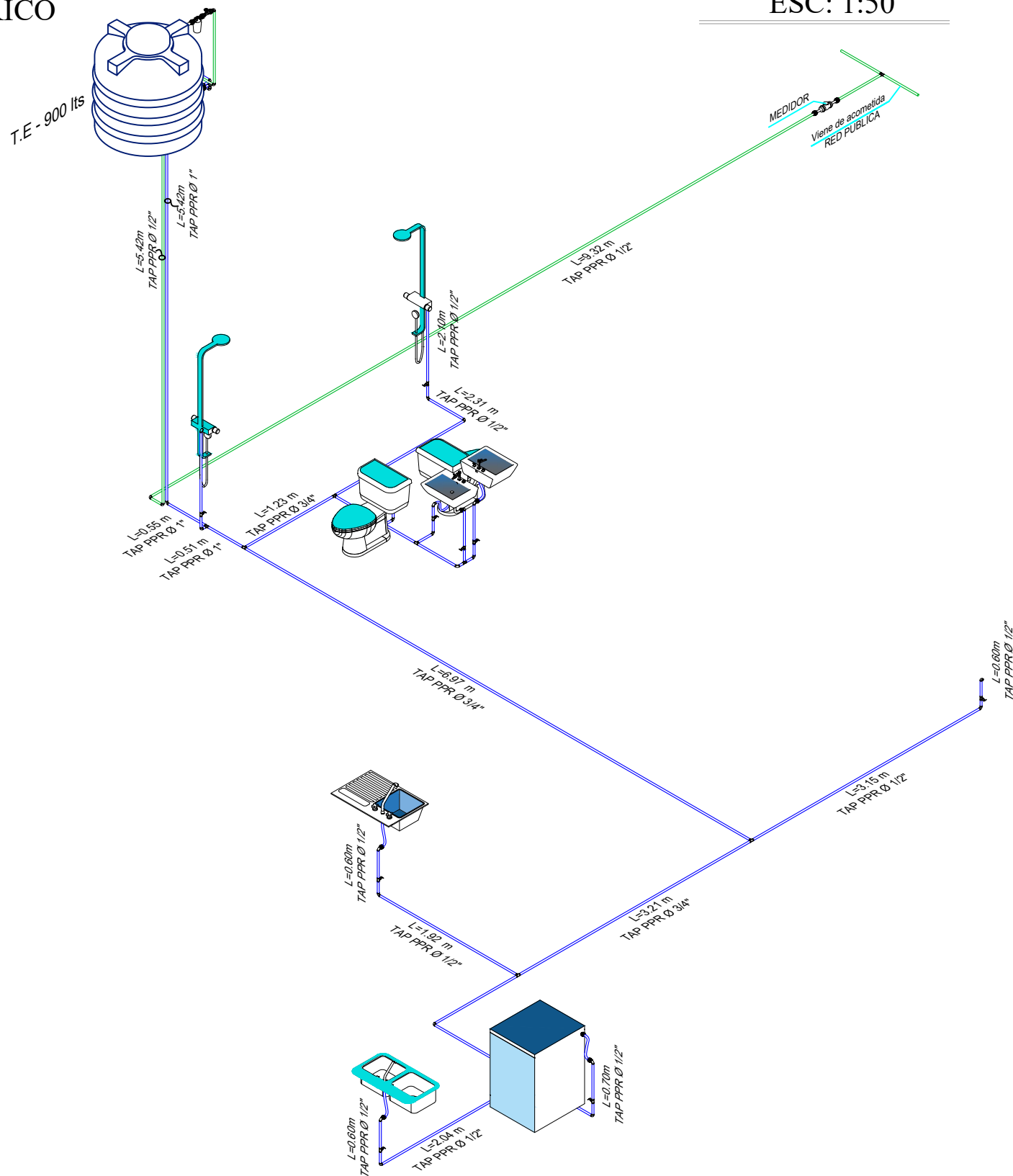


	<b>U.M.R.P.S.F.X.CH.</b> CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS E INVESTIGACION DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EDIFICACIONES V.1	
	<b>TEMA:</b> ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISAS A ESCALA UNIFAMILIAR	
<b>TÍTULO DEL PLANO:</b> INSTALACION DE AGUA FRIA		
<b>POSTULANTE:</b> JESUS PERCY PORCEL GONZALES	<b>FECHA:</b> 17-mayo-2024	
<b>REVISIÓN:</b>	<b>PLANO N°:</b> 4 de 9	<b>ESCALA:</b> 1:75

# ISOMETRICO DE AGUA FRIA

## ISOMETRICO

ESC: 1:50



### REFERENCIAS

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	NUMERACION PARA EL SISTEMA
	UNION UNIVERSAL
	ANILLA
	TEE
	CODO DE 90°
	TUBERIA PPR QUE SUBE A.P
	TUBERIA MONTANTE PPR A.P
	VALVULA DE RETENCION
	MEDIDOR DE AGUA POTABLE (M A P) Domiciliario(DOM);Comercial(COM)
	LLAVE DE PASO (LLP)
	BOMBA
	AGUA POTABLE (Tendido Agua Potable) (A.F. TF Ø "n")
	AGUA POTABLE (Acometida Ø 1")

ARTEFACTO	ABREVIATURA	ALTURA DE CONEXION (M)
INODORO		I 0.30
LAVAMANOS		L 0.90
LAVANDERIA		Lr 0.90
LAVAPLATOS		Lp 0.90
DUCHA		Du 2.10
LAVADORA		Lc 0.60

**U.M.R.P.S.F.X.CH.**

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS E INVESTIGACION

DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EDIFICACIONES V.1

**TEMA:** ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISAS A ESCALA UNIFAMILIAR

**TÍTULO DEL PLANO:** ISOMETRICO DE AGUA FRIA

**POSTULANTE:** JESUS PERCY PORCEL GONZALES

**FECHA:** 17-mayo-2024

**REVISIÓN:**

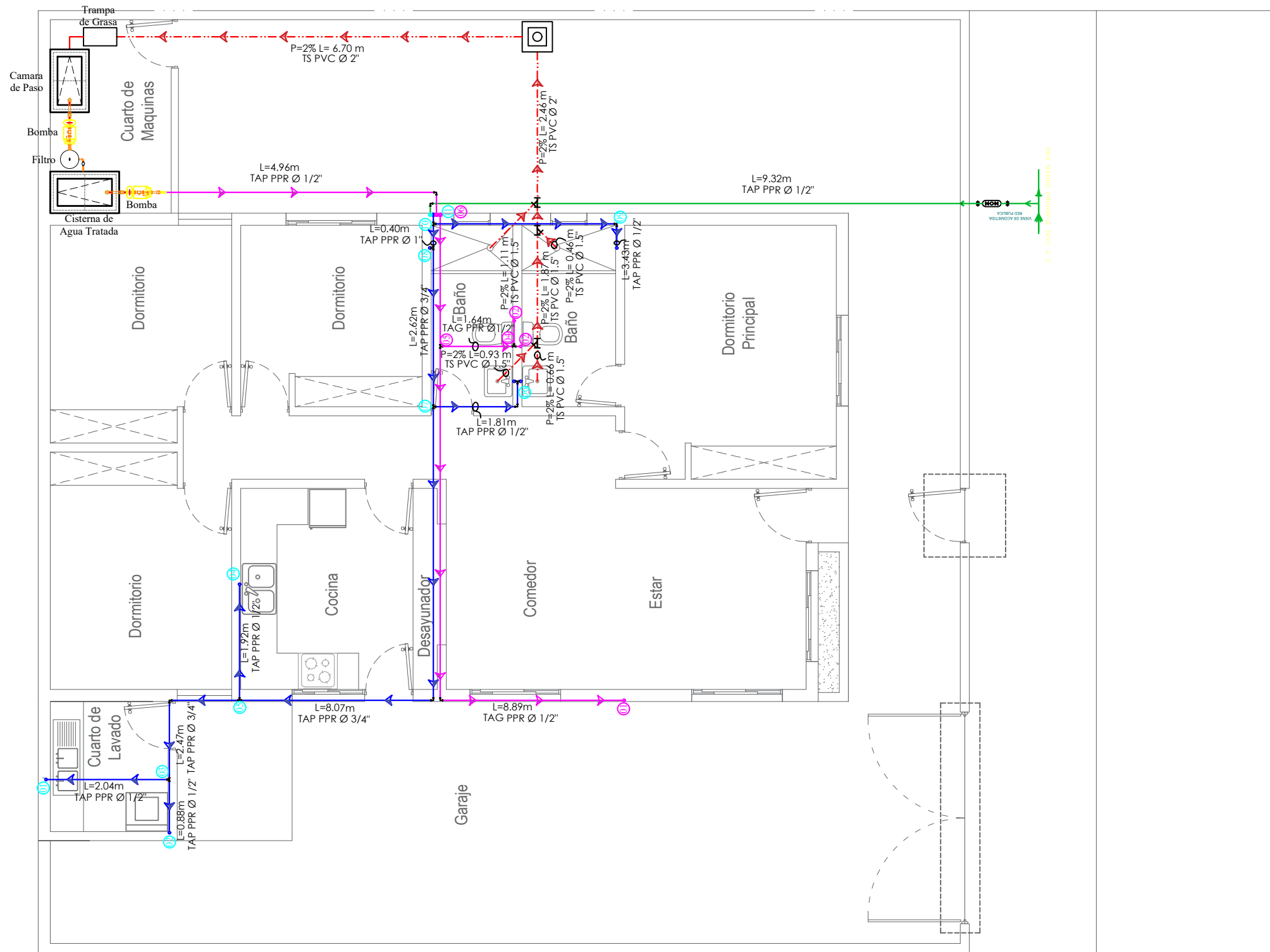
**PLANO N°:** 5 de 9

**ESCALA:** 1:75

# SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISES

## PLANTA

ESC: 1:75



### REFERENCIAS

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	NUMERACION PARA EL SISTEMA
	UNION UNIVERSAL
	ANILLA
	TEE
	CODO DE 90°
	TUBERIA PPR QUE SUBE A.G
	TUBERIA MONTANTE PPR A.G
	TUBERIA PPR QUE SUBE A.P
	TUBERIA MONTANTE PPR A.P
	VALVULA DE RETENCION
	MEDIDOR DE AGUA POTABLE (M A P) Domiciliario(DOM);Comercial(COM)
	LLAVE DE PASO (LLP)
	BOMBA
	AGUA POTABLE (Tendido Agua Potable) (A.F. TF Ø "n")
	AGUA POTABLE (Acometida Ø 1")
	RECIRCULACION DE AGUAS GRISES
	AGUAS GRISES (Tendido Aguas Grises)

ARTEFACTO	ABREVIATURA	ALTURA DE CONEXION (M)
INODORO		I 0.30
LAVAMANOS		L 0.90
LAVANDERIA		Lr 0.90
LAVAPLATOS		Lp 0.90
DUCHA		Du 2.10
LAVADORA		Lc 0.60
URINARIO		U 1.00



**U.M.R.P.S.F.X.CH.**  
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS E INVESTIGACION  
DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EDIFICACIONES V.1

TEMA: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISES A ESCALA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO: SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISES

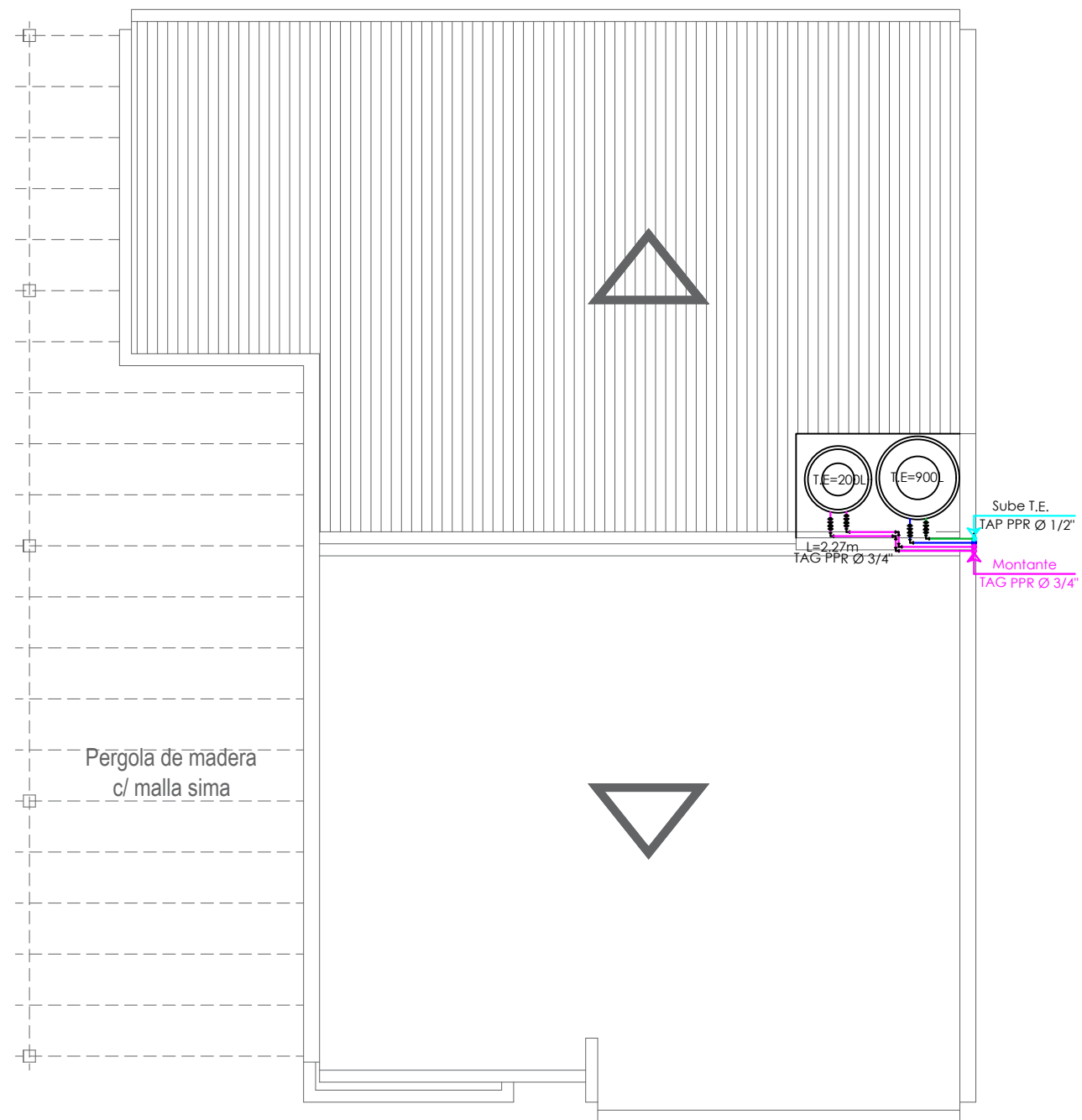
POSTULANTE: JESUS PERCY PORCEL GONZALES  
FECHA: 17-mayo-2024

REVISIÓN: PLANO N°: 6 de 9  
ESCALA: 1:75

# SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISES

## CUBIERTAS

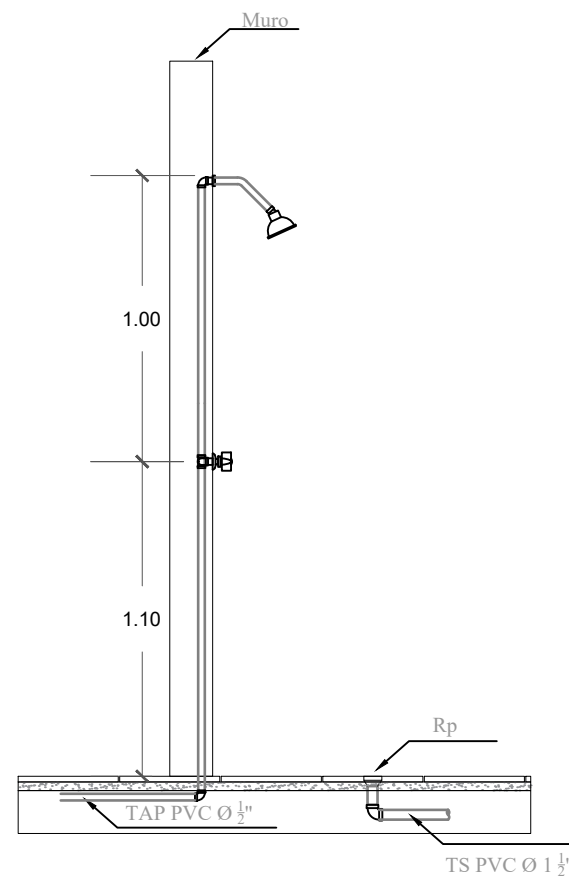
ESC: 1:75



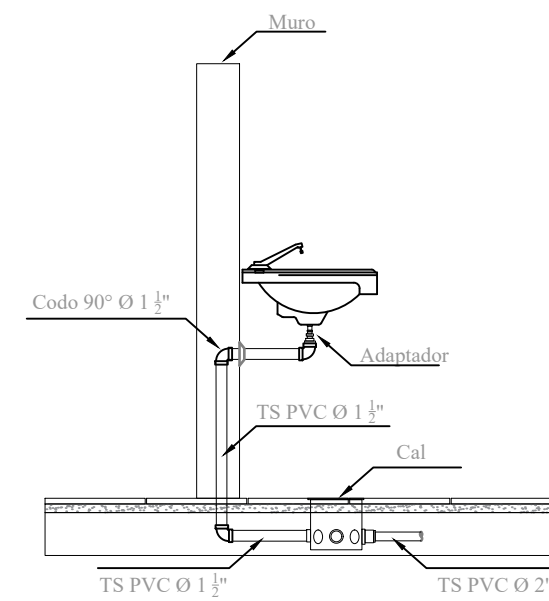
## DETALLES ARTEFACTOS

ESC: 1:25

### DETALLE DUCHA



### DETALLE LAVAMANOS

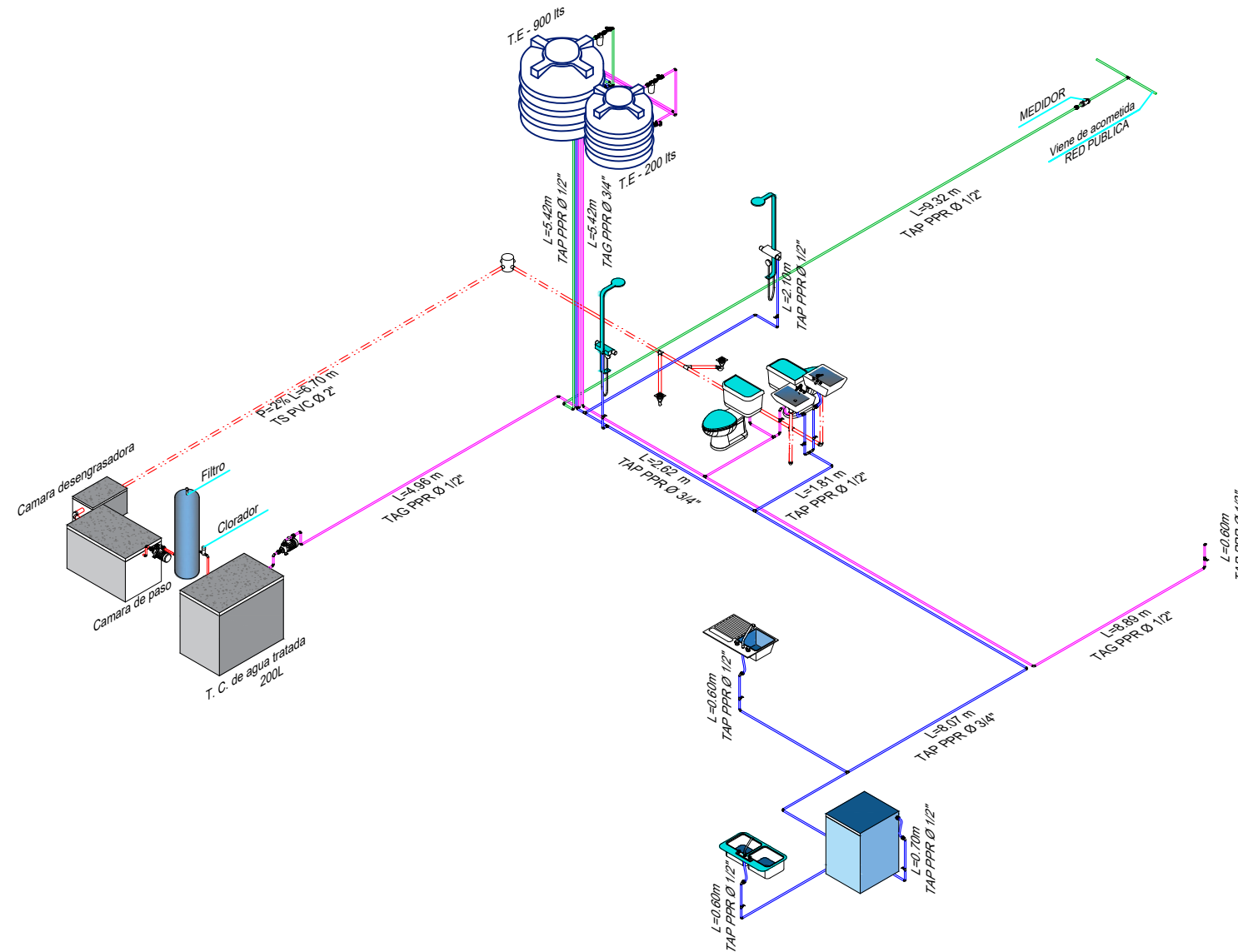


	<b>U.M.R.P.S.F.X.CH.</b> CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS E INVESTIGACION DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EDIFICACIONES V.1	
	TEMA: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISES A ESCALA UNIFAMILIAR	
TÍTULO DEL PLANO: SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISES		
POSTULANTE: JESUS PERCY PORCEL GONZALES	FECHA: 17-mayo-2024	
REVISIÓN:	PLANO N°: 7 de 9	ESCALA: 1:75

# SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISES

## ISOMETRICO

ESC: 1:75



### REFERENCIAS

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	NUMERACION PARA EL SISTEMA
	UNION UNIVERSAL
	ANILLA
	TEE
	CODO DE 90°
	TUBERIA PPR QUE SUBE A.G
	TUBERIA MONTANTE PPR A.G
	TUBERIA MONTANTE PPR A.P
	VALVULA DE RETENCION
	MEDIDOR DE AGUA POTABLE (M A P) Domiciliario(DOM);Comercial(COM)
	LLAVE DE PASO (LLP)
	BOMBA
	AGUA POTABLE (Tendido Agua Potable) (A.F. TF Ø "n")
	AGUA POTABLE (Acometida Ø 1")
	RECIRCULACION DE AGUAS GRISES
	AGUAS GRISES (Tendido Aguas Grises)

ARTEFACTO	ABREVIATURA	ALTURA DE CONEXION (M)
INODORO		I 0.30
LAVAMANOS		L 0.90
LAVANDERIA		Lr 0.90
LAVAPLATOS		Lp 0.90
DUCHA		Du 2.10
LAVADORA		Le 0.60
URINARIO		U 1.00

**U.M.R.P.S.F.X.CH.**

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS E INVESTIGACION  
DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN  
EDIFICACIONES V.1

---

**TEMA:** ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISES A ESCALA UNIFAMILIAR

---

**TÍTULO DEL PLANO:** ISOMETRICO SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISES

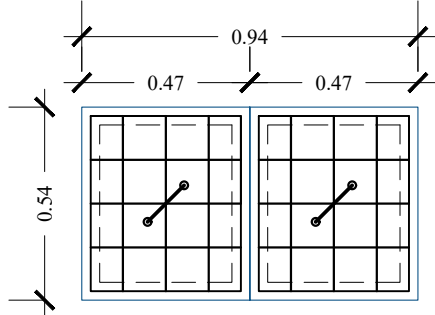
---

<b>POSTULANTE:</b> JESUS PERCY PORCEL GONZALES	<b>FECHA:</b> 17-mayo-2024
<b>REVISIÓN:</b>	<b>PLANO N°:</b> 8 de 9
	<b>ESCALA:</b> 1:75

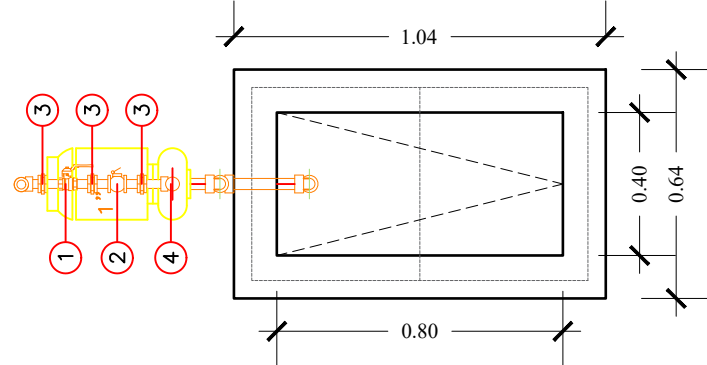
### CAMARA DE PASO

ESC: 1:20

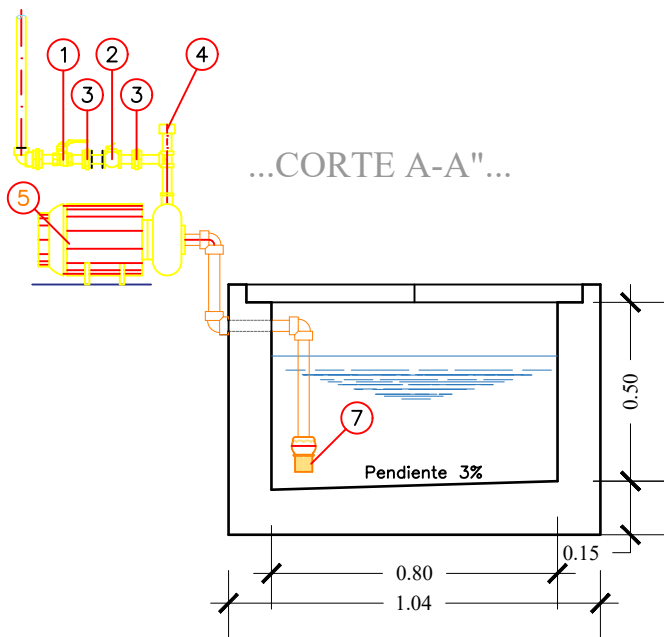
...DETALLE DE TAPA...



...PLANTA...



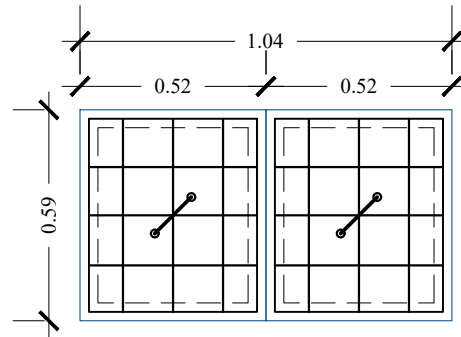
...CORTE A-A"...



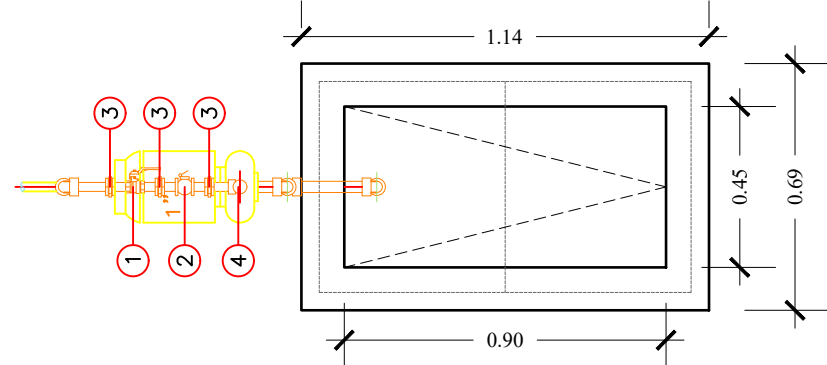
### CISTERNA DE AGUA TRATADA

ESC: 1:20

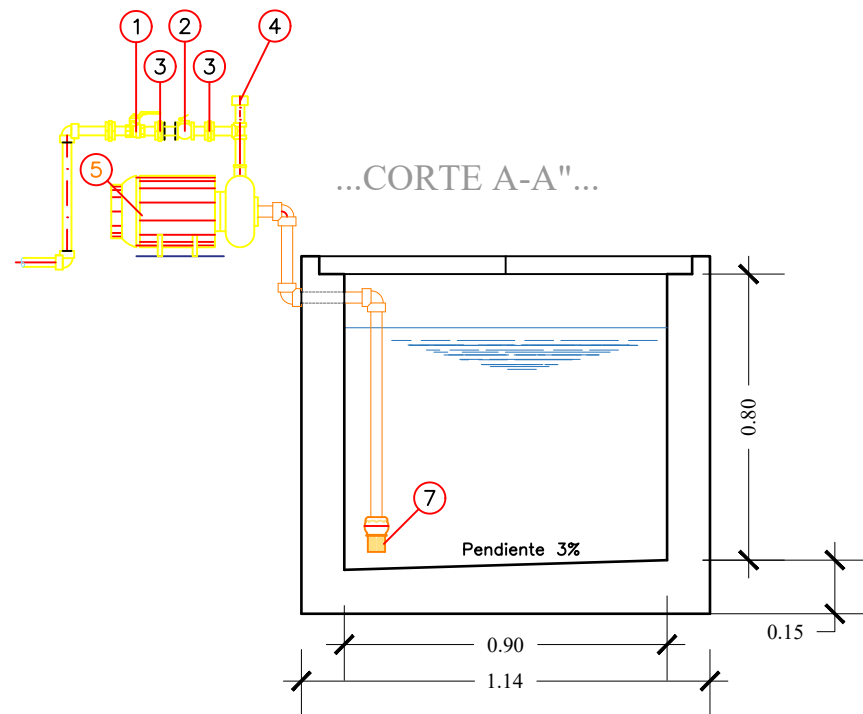
...DETALLE DE TAPA...



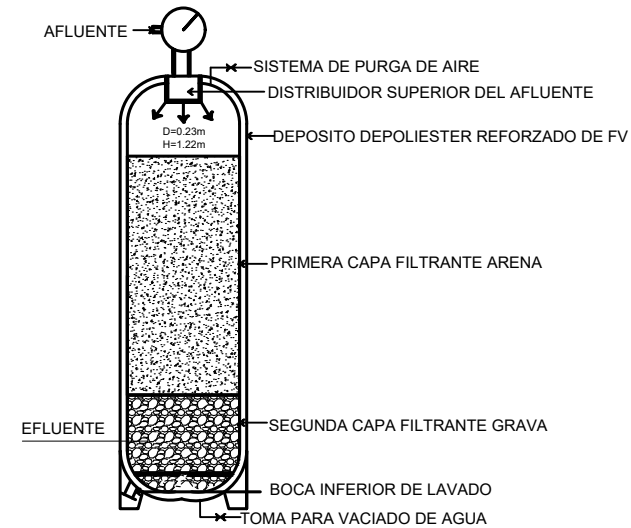
...PLANTA...



...CORTE A-A"...



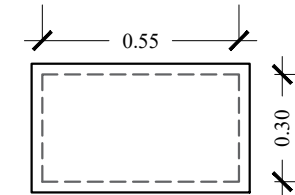
### DETALLE FILTRO MULTIMEDIA



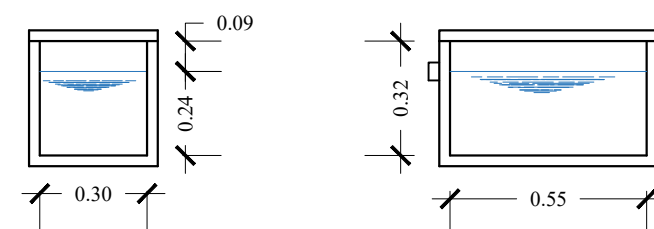
### TRAMPA DE GRASA

ESC: 1:20

...PLANTA...




...ALZADOS...



#### REFERENCIAS

- ① VALVULA COMP. Ø1/2"
- ② VAL. CHECK Ø1/2"
- ③ UNION UNIVERSAL Ø1/2"
- ④ TAPON DE CEBADO Ø1/2"
- ⑤ ELECTROBOMBA
- ⑥ UNION UNIVERSAL Ø1/2"
- ⑦ VALV. DE PIE+CANASTILLA DE SUCCION Ø3/4"

 <p><b>U.M.R.P.S.F.X.CH.</b> CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS E INVESTIGACION DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EDIFICACIONES V.1</p>		
<p>TEMA: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO CON RECICLAJE DE AGUAS GRISAS A ESCALA UNIFAMILIAR</p>		
<p>TÍTULO DEL PLANO: <b>DETALLES</b></p>		
POSTULANTE:	<p>JESUS PERCY PORCEL GONZALES</p>	
FECHA:	<p>17-mayo-2024</p>	
REVISIÓN:	PLANO N°:	ESCALA:
	<p>9 de 9</p>	<p>1:20</p>