



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

"Diseño hidráulico de una vivienda unifamiliar sostenible, centrado en la reutilización de Aguas Grises, en el distrito de Chorrillos, Lima, 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Castillo López, Daniel Enrique (ORCID: 0000-0003-0167-937X)

ASESORA:

MSc. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia (ORCID: 0000-0003-2497-294X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por su amor, constancia y apoyo en estos 5 años de mi vida universitaria. También dedico esta tesis a mi esposa Fabiola y mi hijo Daniel que son mi motor y motivo para esforzarme cada día y darles lo mejor de mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres: Daniel y Berta por apoyarme en cumplir mi sueño, por confiar y creer en mí, por los sabios consejos, valores y principios que me han enseñado desde niño.

Agradezco a mi esposa por su comprensión, paciencia y apoyo.

Agradezco a mis docentes de la Universidad Cesar Vallejo, por haber enseñado sus conocimientos a lo largo de mi carrera profesional, sobre todo a mi tutor el Ing. Cecilia Arriola Moscoso quien me ha guiado con su paciencia y su experiencia como docente para el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	10
II.	MÉTODO.....	23
2.1	Tipo y Diseño de Investigación.....	23
2.2	Operacionalización de variables.....	25
2.3	Población, muestra y muestreo.....	27
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad....	28
2.5	Métodos de análisis de datos.....	31
2.6	Aspectos éticos.....	31
III.	RESULTADOS.....	43
IV.	DISCUSIÓN.....	133
V.	CONCLUSIONES.....	134
VI.	RECOMENDACIONES.....	135
	REFERENCIAS.....	39
	ANEXOS.....	46

RESUMEN

Esta indagación de tesis tiene por finalidad plantear un sistema de recolección de las descargas de aguas grises presentes en todas las viviendas para reutilizarlos en aparatos que no requieren agua potable limpia, como por ejemplo los inodoros, urinarios y grifos de riego para áreas verdes. Este diseño se llevó a cabo en la ciudad de Lima, distrito de Chorrillos en el presente año. Las teorías que se emplearan en esta investigación son las aguas grises provenientes de lavatorios de manos, duchas, lavatorios de cocina y las aguas negras provenientes de inodoros. Se diseñó toda la instalación de agua y desagüe bajo el concepto de reutilizar las aguas grises, independizando las descargas de aguas grises separadas de las aguas negras. Todas las aguas grises tratadas serán acumuladas en una cisterna elevada solamente para ser utilizado en descarga de inodoros y grifos de riego.

En esta investigación se empleó el método de análisis descriptivo, así como el tipo de investigación experimental. La población son las edificaciones para viviendas y la muestra una vivienda unifamiliar de 4 pisos y una azotea.

Para la recolección de datos se empleó como instrumentos, información de caudal de diseño y nivel de descarga de la caja de registro a utilizar en el distrito de chorrillos, el cual fue proporcionado por el área de información de Sepadal. Con este dato se diseñó todas las instalaciones sanitarias.

El sistema de reutilización de Aguas grises tiene un costo beneficio con el tiempo ya que el consumo mensual será un 50% menor en comparación con el sistema tradicional y estaremos utilizando el recurso agua de una manera óptima estando comprometidos con su cuidado que es tan valioso para la vida humana.

Palabras clave: Aguas grises, Aguas negras, Instalaciones sanitarias, Red de Agua potable y desagüe.

ABSTRACT

This thesis research aims to design a system for collecting gray water discharges present in all homes to reuse them in appliances that do not require clean drinking water, such as toilets, urinals and irrigation taps for green areas. This design was carried out in the city of Lima, district of Chorrillos in this year. The theories that will be used in this research are gray water from handwashing, showers, kitchen sinks and sewage from toilets. The entire water and drainage system will be designed under the concept of reusing gray water, making independent discharges of gray water separated from sewage. All treated gray water will be accumulated in an elevated cistern only to be used in the discharge of toilets and irrigation taps.

In this study the descriptive analysis method was used, as well as the type of experimental research. The population is the buildings for housing and shows a single-family house with 4 floors and a roof.

Data collection was used as instruments, design flow information and discharge level of the register to be used in the district of Chorrillos, which was provided by the Sepadal information area. With this data, all sanitary facilities were designed.

The Gray Water reuse system has a cost benefit over time since the monthly consumption will be 50% lower compared to the traditional system and we will be using the water resource in an optimal way being committed to its care that is so valuable for the human life.

Keywords: Gray water, Black water, Sanitary facilities, Drinking water network and drainage.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática

La organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la cultura ha informado al mundo que, dentro de un año en el 2020, la ausencia de agua estará presente en todos los países del mundo y eso implicará que el recurso del agua se privatice y tenga un costo elevado, dejando así a muchas familias sin agua provocando enfermedades y hasta conflictos por el agua.

En medio de esta futura escases del agua estamos ante un aumento de población a nivel mundial, el cual está afectando a la repartición de agua dulce por persona, ya que el crecimiento de la población está relacionado directamente proporcional con las descargas

El agua potable la usamos diariamente en nuestra vivienda, en actividades rutinarias, como es el caso de las duchas, las lavadoras, los lavamanos, las Amazonas, descargando estas aguas directamente al colector público, cuando fácilmente se podría captar y reutilizar para aparatos sanitarios que no requieren de agua potable, como por ejemplo los inodoros y el riego de plantas.

Según, Llanos (2012, p. 24, 30) indica que existen actividades en una vivienda que no requieren que el agua sea de calidad de potable, por ejemplo, actividades como la descarga de inodoros, la limpieza del piso en una vivienda y el riego de plantas pueden ser cubiertas con agua de menor calidad. También nos señala que el 50% del consumo de agua en una vivienda requiere de agua potable necesaria para utilizarse en la regadera, lavabo y fregadero, el otro 50% de consumo de agua que se demanda en una vivienda puede ser cubierto con agua de calidad no potable para utilizarse en las descargas de inodoro, lavado de ropa, limpieza de patios y riego. Posteriormente nos señala que el porcentaje de aguas negras que se generan en una vivienda es del 32% que provienen de las descargas del inodoro, fregadero, limpieza de patios y riego, y las aguas jabonosas o aguas grises provenientes de la regadera, lavabo, lavadora de ropa son el 68%. Con lo dicho anteriormente se aprecia que la disponibilidad de aguas grises generadas en una vivienda representa el 68% y el uso de agua de calidad no potable es del 50%, esto quiere decir que, dando un tratamiento a las aguas grises pueden satisfacer la demanda de agua que requiera un uso no potable.

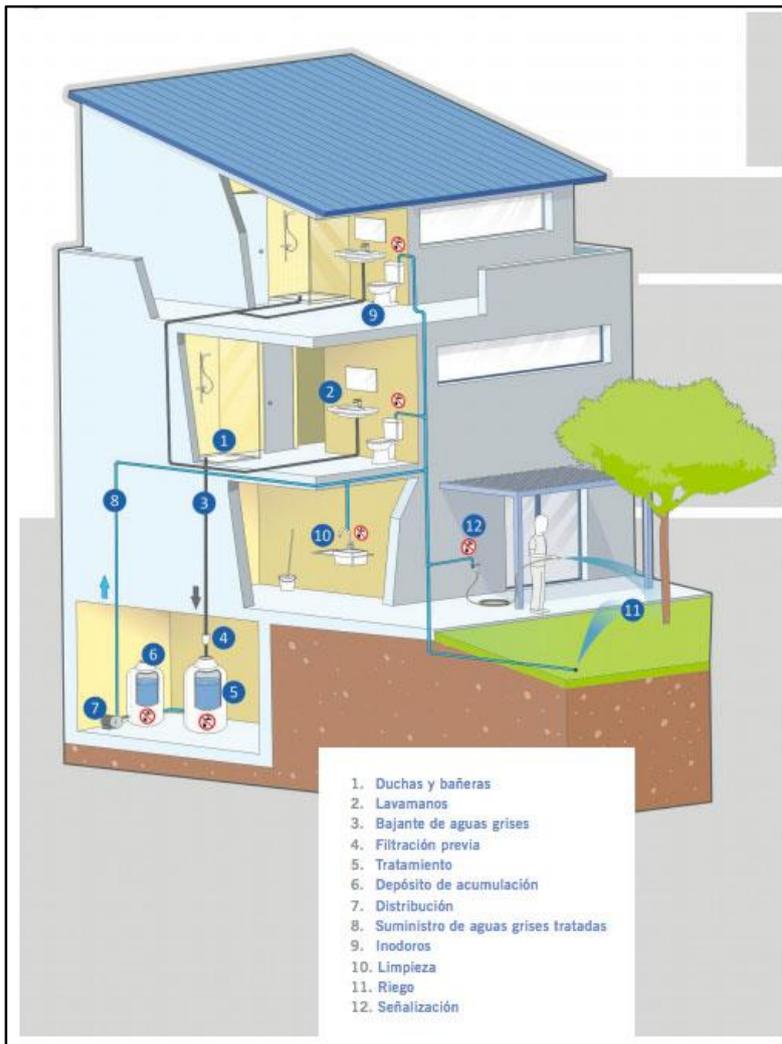


Figura 1. Distribución del Sistema de Reutilización de las Aguas Grises en una vivienda.

Fuente: Aqua España

Con la puesta en funcionamiento de la reutilización del agua gris en una vivienda, se asegura una gestión integral del recurso, iniciando de la evaluación de los potenciales usos y sus características. Lo anterior disminuirá los precios de la factura por consumo en los hogares y ampliará la suficiencia del recurso para las futuras descendencias.

En el distrito de Chorrillos, se vive un desabastecimiento de agua, una gran demanda y una gran cantidad de servicios que no son satisfechos en su totalidad, entre ellos los sanitarios esto sin duda afecta a todos los tipos de viviendas, entre ellas las unifamiliares lo cual motiva a ver la manera de llevar a cabo nuevos sistemas de reutilización de agua con el fin de ir aportando una solución.

Es por ello que este trabajo de investigación, busca estudiar si con el sistema de reutilización de las aguas grises presentes en una vivienda se puede rehusar en la descarga de inodoros y grifos de riego, para así poder utilizar este recurso en menor proporción que con el sistema tradicional y permitir que el agua llegue a otras viviendas para producir utilidad en muchos aspectos.

Finalmente se puede decir que en la ciudad de Lima las instalaciones sanitarias típicas en las viviendas desechan todas las aguas grises directamente al alcantarillado público combinándose con las aguas negras, contaminando así las aguas grises y evitando un mejor uso de ellas, ya que fácilmente se podría reutilizar para eventos que no necesitan agua potable de calidad y es por esto que esta investigación busca aportar la aplicación de la reutilización de las aguas grises en una vivienda para que futuros profesionales lo utilicen como guía en grandes escalas.

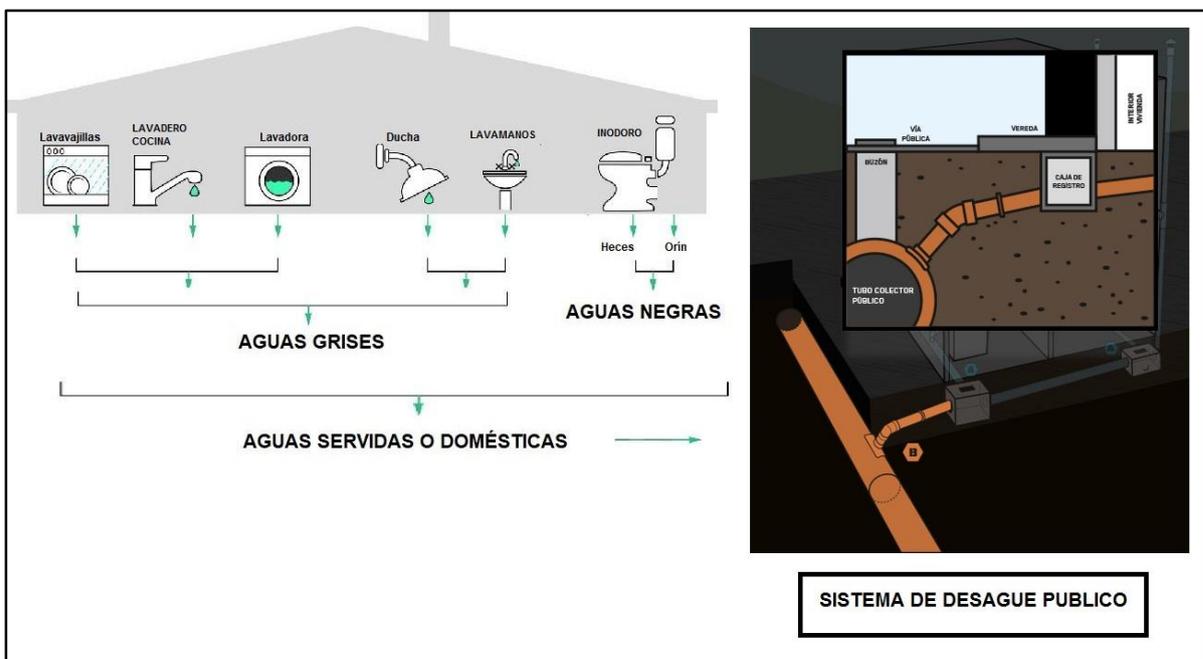


Figura 2. Diferencia entre Aguas grises y Aguas negras

Fuente: Elaboración Propia

Antecedentes nacionales

(Duany Andrés, 2014) **Título** Construcción de edificio multifamiliar de 5 pisos, un semisótano y dos sótanos. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma-Perú. **Objetivo** brindar un método de solución para la construcción de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, desarrollado de manera óptima durante su ciclo constructivo y post mantenimiento. **Conclusión** Se concluye que es prioridad tener un control de las labores a realizar según el cronograma de obra, contratar personal idóneo para un buen nivel de la producción, instruir y capacitar al personal.

(Valera Alex, 2017) **Título** Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda multifamiliar del edificio canto bello en san juan de Lurigancho 2017. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. **Objetivo** Analizar el tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda multifamiliar del edificio canto bello en san juan de Lurigancho, 2017. **Conclusión** Se concluye que el tratamiento de las aguas grises disminuye su nivel de contaminación física en aproximadamente un 50%, en los parámetros de dureza, turbiedad y sólidos, además que los valores de las características físicas de las aguas grises.

(Estacio Juan, 2017) **Título** Análisis comparativo entre tuberías de polietileno reticulado PEXb y tuberías de PVC en instalaciones de agua potable caso: edificio multifamiliar Vitalia en la avenida Velasco astete 925 san Borja - lima. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRAS. **Objetivo** Evaluar incidencia del análisis comparativo de parámetros entre tuberías PEXb y tuberías PVC para el eficiente uso de instalaciones de agua potable en el edificio multifamiliar Vitalia. **Conclusión** Se concluye que los ensayos de calidad (ensayo de Presión sostenida, tracción a tubo Completo y Resistencia al Impacto) evidencian que PEXb fueron superiores con respecto a las del PVC. Y el análisis de agua con fines de consumo humano evidenció que tanto PEXb y PVC cumplen los requisitos para el consumo humano.

(Olivares Olivia, 2014) **Título** Instalaciones sanitarias para el edificio de oficinas Link Tower. Tesis para obtener el título de Ingeniero Sanitario en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. **Objetivo** Fundar pautas para el diseño de instalaciones sanitarias en edificaciones de oficinas de uso privado y uso común, ofrecer al ingeniero sanitario proyectista fundamentos teóricos y prácticos para el desarrollo de instalaciones sanitarias en edificios de oficinas. **Conclusión** Se concluye que se pudo mejorar las instalaciones sanitarias en la etapa de diseño, usando equipos de presión constante y velocidad variable tomando como base el reglamento nacional de edificaciones is-010 del 2012.

(Christian Mariani, 2014) **Título** Manual de Albañilería Las instalaciones sanitarias de la casa. Artículo Científico **Objetivo** Implantar pautas para el diseño de instalaciones sanitarias en viviendas. **Conclusión** Se concluye que mediante este proyecto se da a conocer herramientas y métodos de trabajo para optimizar la calidad de las instalaciones sanitarias durante la construcción de una vivienda.

Antecedentes internacionales

(Kestler Patricia, 2014) **Título** Uso, reusó y reciclaje del agua residual en una vivienda. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil Administrativo en la UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR en Guatemala. **Objetivo** Proponer especificaciones para reducir el consumo de agua potable a través de la reutilización de las aguas residuales domesticas en una vivienda, bajo condiciones sanitariamente seguras. **Conclusión** se concluye que el acto de construir, de edificar genera un impacto en el ambiente, por lo tanto, esta propuesta persigue minimizar en lo posible el impacto y crear un desarrollo sostenible para que no agote el recurso de agua, sino que sea generador y regulador de los recursos empleados.

(Díaz Jhon, 2016) **Título** Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de Bogotá d.c. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil de producción en la UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE CALDAS **Objetivo** Diseñar un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de Bogotá d.c. **Conclusión** Se concluye que con la implementación del sistema propuesto en el proyecto se obtiene un ahorro del 25.5% del consumo total del agua en el hogar y que la reutilización del agua es un mecanismo que beneficia el medio ambiente, ya que ciudades como Bogotá d.c., tiene una demanda elevada debido a su numerosa población.

(Rodríguez Luis, 2017) **Título** Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. **Objetivo** Crear un manual sobre el diseño de instalaciones sanitarias para edificios, destinados al suministro de agua potable y a los drenajes de las aguas residuales y pluviales. **Conclusión** Se concluye que, para lograr una operatividad óptima de las instalaciones sanitarias en un edificio, es necesario ofrecerle un mantenimiento periódico, adecuado y profesional de cada uno de sus elementos.

(Rodríguez Eduardo, 2014) **Título** Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. Artículo Científico. **Objetivo** Tratar acerca de la gestión de la demanda de agua desde una percepción tecnológica y cultural como planificación para el uso eficaz en sistemas de acueductos urbanos. **Conclusión** Se concluye que para un buen uso eficaz del agua hay que presentar la inspección sobre la gestión de la demanda de agua y exponer experiencias investigativas, así como aspectos técnicos y tecnológicos de equipos de medición y dispositivos de bajo consumo de agua.

(Seeley H, 2014) **Título** Water Services and Sanitary Plumbing. Artículo Científico. **Objetivo** Examinar los métodos de suministro de agua a edificios, disposiciones de suministro de agua fría y caliente, aparatos sanitarios, sistemas de residuos y calentamiento de agua caliente. **Conclusión** Se concluye que un estudio de tecnología de construcción no estaría completo sin la inclusión del saneamiento y servicios sanitarios.

Teorías relacionadas al tema

Aguas grises

Allen (2015, p. 2) nos dice que las aguas grises proceden de lavatorios y duchas, estas aguas logran estar bastantes limpias para riego de plantas y otros usos donde no se demande agua de calidad potable. Las aguas que descargan del inodoro no debe considerarse como agua gris.

Composición

La composición de las aguas grises se utilizaron los parámetros más primordiales como los Aceites y grasas, Coliformes Totales, Demanda bioquímica de oxígeno y la Demanda Química de Oxígeno.

Aceites y grasas

Aguamarket (2016, párr. 1) dice que los aceites y grasas pueden ser de procedencia animal, vegetal o hidrocarburos, estas en pequeñas cantidades llegan a cubrir grandes volúmenes de agua provocando una reducción del oxígeno disuelto y absorbiendo la radiación solar.

Coliformes totales

Son bacterias presentes en los excrementos humanos y animales, indicadores de contaminación de alimentos y del agua.

Demanda bioquímica de oxígeno

Microlab industrial (2015, párr. 6) indica que la demanda bioquímica de oxígeno indica la cantidad de oxígeno que es consumido por microorganismos en aguas residuales.

Demanda química de oxígeno

Microlab industrial (2015, párr. 8) menciona que la Demanda Química de Oxígeno nos hace ver la cantidad de materia orgánica presente en aguas empleando un reactivo oxidante fuerte, esto en un tiempo de 90 minutos a 3 horas

Tratamiento

Para GreyWaterNet (2017, párr. 3) tratar las aguas grises en una vivienda se tendrá sistemas sanitarios independiente, un sistema será de lavamanos, duchas, lavatorios y lavadoras y el segundo sistema será la red de toda la vivienda. Las aguas grises se llevarán al sistema de tratamiento donde llegara a pasar a través de una serie de filtro de gravas.

Trampa de grasa

Una trampa de grasas es un dispositivo especial fabricado en acero inoxidable o de concreto, recoge los desagües de toda la vivienda e incluye un primer filtro para para separar los residuos sólidos y las grasas. En su interior se encuentra una serie de barreras que obligan el agua a seguir un recorrido en el que quedan atrapados los residuos sólidos/pesados en el fondo y las grasas y jabones flotando, hasta devolvernoss un agua ya bastante libre de impurezas.

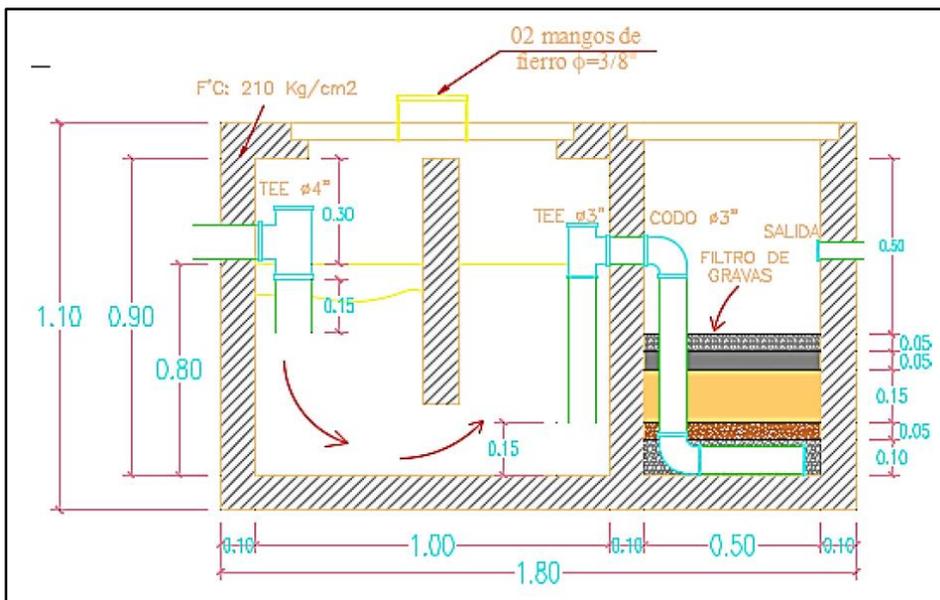


Figura 3. Detalle de Trampa de Grasa

Fuente: Elaboración propia

Filtro de gravas

El filtro será de gravas que tendrá una capa de arena fina (sílice), arena gruesa y piedras finas. Estas se encargarán de filtrar restos que atravesaron la trampa de grasa.

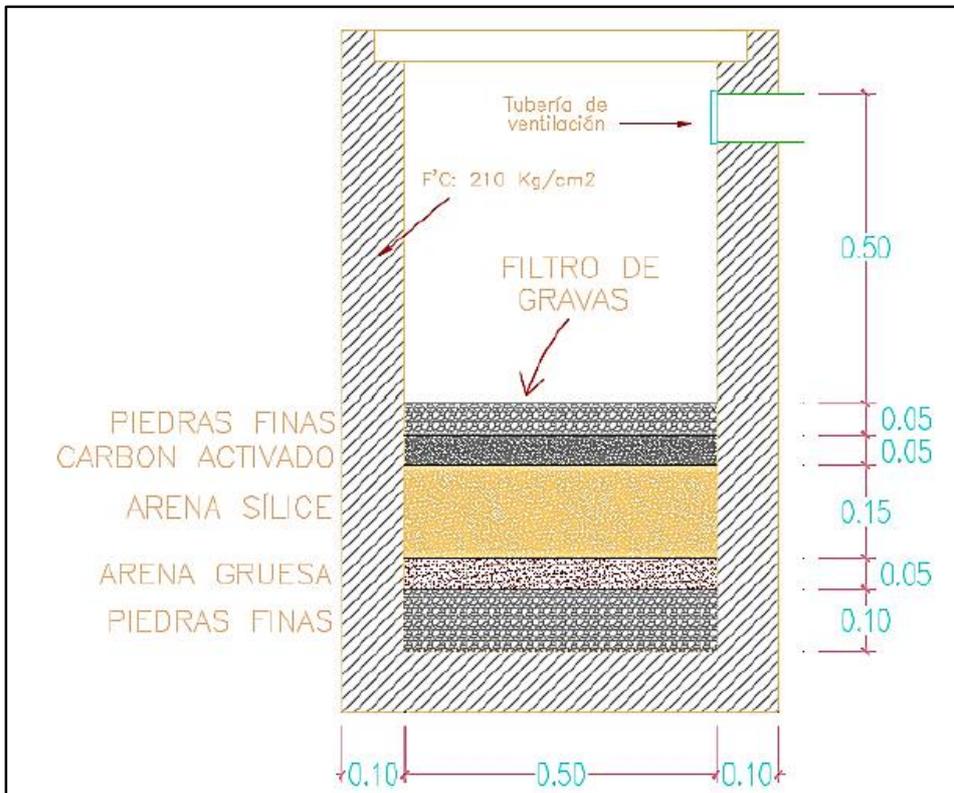


Figura 4. Detalle de instalación del Filtro de Gravas

Fuente: Elaboración propia

Almacenamiento de aguas grises tratadas

El almacenamiento de las aguas grises tratadas puede ser una cisterna o un tanque elevado, su función es aprovechar en el máximo las aguas grises tratadas y disponer un volumen de almacenamiento suficiente para cubrir la demanda de descarga, por ello se recomienda que el tiempo de retención del almacenamiento no debería superar un día para evitar el deterioro de las aguas recicladas.

Diseño Hidráulico

El diseño hidráulico es un proceso, que hace uso de procedimientos y cálculos matemáticos para hallar el caudal, presión, secciones, pérdidas de cargas, etc. para un correcto funcionamiento de las instalaciones sanitarias presentes en un proceso constructivo.

Sistema de agua

Los sistemas de abastecimiento de agua, sirven para abastecer agua confiable en forma continua a la presión suficiente a todos los puntos del sistema. Los sistemas más usados son abastecimiento directo cuando la alimentación de agua fría a los aparatos sanitarios dentro de la edificación se hace en forma directa de la red exterior de agua y de abastecimiento indirecto cuando se utiliza un sistema con tanque elevado, cisterna – tanque elevado o cisterna y equipo de presurización.

Sistema de desagüe

El sistema de desagüe es diseñado y construido en tal forma que las aguas servidas son recolectadas, transportadas y evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de conexión hasta el lugar de descarga. Dicho sistema puede ser por gravedad o por bombeo lo que dependerá de la ubicación de los aparatos sanitarios con respecto al nivel del colector exterior.

Metrado

Es la evaluación de las partidas a ejecutar dentro de un proyecto en función de longitudes, áreas, volúmenes, unidades, etc. Para realizar los metrados se necesitan formulas sencillas geométricas y aritméticas.

Los metrados se realizan en la etapa del diseño del proyecto para el cual se necesitan de hojas de cálculo, AutoCAD u otras herramientas para favorecer la medición y precisión del cálculo.

Presupuesto de obra

El presupuesto de obra establece los valores que puede tener un proyecto que origina la construcción, remodelación, reparación, conservación o demolición de bienes inmuebles.

Se crea con base en los planos y en las especificaciones técnicas de un proyecto, se conciben los cómputos de las labores a realizar, se hacen los análisis de precios unitarios y se establecen los valores parciales de todos los ítems, y así alcanzar el valor total de la obra.

Consumo tarifario

La estructura tarifaria vigente de Sedapal para consumo sanitario.

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA - SEDAPAL S.A.			
ESTRUCTURA TARIFARIA VIGENTE			
Por los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado			
1. CARGO FIJO (S/ / Mes)		5.042	
2. CARGO POR VOLUMEN			
CLASE CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMOS	Tarifa (S/ / m ³)	
	m ³ /mes	Agua Potable	Alcantarillado ⁽¹⁾
RESIDENCIAL			
Social	0 a más	1.263	0.585
Doméstico Subsidiado	0 - 10	1.263	0.585
	10 -20	1.409	0.680
	20 - 50	1.487	0.917
	50 a más	5.394	2.542
Doméstico No Subsidiado	0 - 20	1.487	0.917
	20 - 50	2.111	1.284
	50 a más	5.394	2.542
NO RESIDENCIAL			
Comercial	0 a 1000	5.394	2.542
	1000 a más	5.787	2.726
Industrial	0 a más	5.787	2.726
Estatal	0 a más	3.547	1.619

⁽¹⁾ Incluye los servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales.

Figura 5. Estructura tarifaria vigente por servicio de aguas potable y alcantarillado

Fuente: Sedapal

Formulación del Problema

Problema general

- ¿Cómo es el diseño hidráulico de una vivienda unifamiliar sostenible centrado en la reutilización de Aguas Grises, en el distrito de chorrillos, 2019?

Problemas específicos

- ¿Cómo es el sistema de agua de un diseño hidráulico con la reutilización de aguas grises de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019?
- ¿Cómo es el sistema de Desagüe de un diseño hidráulico con la reutilización de aguas grises de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019?
- ¿Cómo es el costo de un diseño hidráulico con la reutilización de aguas grises de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019?

Justificación del estudio

- **Justificación metodológica:**

Concientizar a los profesionales e investigadores en diseñar sistema de reutilización de aguas grises.

- **Justificación social:**

Si se da el caso de los escasos de agua, con este sistema de reutilización de aguas grises estamos previniendo que muchos hogares que no cuenta con este recurso, puedan aprovechar los beneficios del mismo, el cual es de vital importancia para la vida humana.

- **Justificación ambiental:**

Mediante la preservación y la correcta utilización del agua se protege las reservas de agua subterránea y se reduce la carga de aguas residuales en los ríos y/o en los mares, impactando positivamente en el medio ambiente.

- **Justificación económica:**

Reutilizando aguas grises se reduce el costo por el consumo mensual.

Hipótesis

Hipótesis General

- La reutilización de aguas grises optimiza el diseño hidráulico de una vivienda unifamiliar sostenible.

Hipótesis Específicos

- La reutilización de aguas grises influye de manera directa en el sistema de agua de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de chorrillos, 2019.
- La reutilización de aguas grises influye de manera directa en el sistema de desagüe de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de chorrillos, 2019.
- La reutilización de aguas grises influye de manera directa en los costos de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de chorrillos, 2019.

Objetivos

Objetivo General

- Determinar el diseño hidráulico con la reutilización de las Aguas Grises en una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de chorrillos, 2019.

Objetivos Específicos

- Diseñar el sistema de Agua con la Reutilización de las Aguas Grises en una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019.
- Diseñar el sistema de Desagüe con la Reutilización de las Aguas Grises en una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019.
- Cuantificar los costos con la Reutilización de las Aguas Grises en una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación:

(Tam. M. y otro, 2010 pág. 147), “La investigación aplicada tiene como propósito originar nueva tecnología a partir de los conocimientos logrados a través de la investigación estratégica para establecer si estos pueden ser eficazmente aplicados con o sin mayor auge para los objetivos definidos”.

Es por ello que se puede inferir que el tipo de investigación del proyecto es la aplicada, ya que, con el sistema de tratamiento de aguas grises para su reutilización en servicios higiénicos en una vivienda unifamiliar, se buscó el mejor escenario para comprobar la eficiencia del sistema y con ello ver su factibilidad para su empleo.

Diseño de Investigación:

Tal como expone (Hernández et al, 2003), el diseño de investigación experimental manipula de manera intencional, una o más variables independientes (causas), para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)”.

En la presente investigación usaremos el diseño Experimental dado que existe una relación de causa – efecto entre la variable dependiente (Diseño Hidráulico) y la variable independiente (aguas grises), dado que al reutilizar las aguas grises (causa) se obtendrá una optimización en el diseño hidráulico (efecto) de una vivienda.

Nivel de Investigación:

Dado que (Borja Suarez, 2012. p. 14), sostiene que el alcance de los estudios explicativos “se enfocan en aclarar las causas que generan algunos fenómenos físicos o sociales y en qué circunstancias se da este”.

La investigación realizada se calificó de alcance explicativo, ya a que origino un sentido amplio de la razón de la problemática del tratamiento de las aguas grises, ya que es sumamente estructurado.

Enfoque:

Para Fernández, P. y Díaz, P. (2002), “La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede”

Este plan de proyecto de investigación tiene un enfoque **cuantitativo**, porque la obtención de datos consta de procedimientos estadísticos que ayudan a la solución del problema para el cual se basara en pruebas que ayuden a obtener datos cuantificables de lo estudiado en una población.

2.2. Operacionalización de variables

VARIABLES:

Diseño Hidráulico (variable dependiente)

El diseño hidráulico es un proceso, que hace uso de procedimientos y cálculos matemáticos para hallar el caudal, presión, secciones, pérdidas de cargas, etc. para un correcto funcionamiento de las instalaciones sanitarias presentes en un proceso constructivo.

Aguas Grises (variable independiente)

Es un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, con excepción de las provenientes de inodoros y urinarios, que están basados en una serie de procesos físicos y químicos, según afirma (Ardila, 2013 p.49 p. 18).

Tabla.01 Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Diseño Hidráulico	El diseño hidráulico es un proceso, que hace uso de procedimientos y cálculos matemáticos para hallar el caudal, presión, secciones, pérdidas de cargas, etc. para un correcto funcionamiento de las instalaciones sanitarias presentes en un proceso constructivo.	El suministro, abastecimiento de agua potable y evacuación, de la vivienda, ubicada en el distrito de chorrillos, deberá diseñarse en tal forma que garantice, la pureza del agua y evite su contaminación, el consumo mínimo de agua necesario y el correcto funcionamiento y limpieza del sistema, así como todos los cálculos y su representación en planos según conformidad del reglamento nacional de edificaciones norma IS.010	Sistema de Agua	Caudal	Software: AutoCAD 2019 Ficha de Recolección de Datos (unidades de medida) Norma: RNE IS. 010 (Redes de Aguas y Desagüe)
				Presión	
				Diámetro	
			Sistema de Desagüe	Diámetro	
				Pendiente	
			Costos	Metrado	
				Costo Unitario	
				Consumo	
			Aguas Grises	Allen (2015, p. 2) nos dice que las aguas grises provienen de lavatorios, duchas, tinas y lavadoras, llegando a decirse que son aguas residuales con un ligero uso, y estas aguas después de su uso llegan a tener jabón, cabello, suciedad o bacterias. Sin embargo, estas aguas logran estar suficientemente limpias para regar las plantas y dar otros posibles usos donde no se requiera agua de calidad potable. Las aguas que no deben ser consideradas como aguas grises son las que salen del inodoro, así mismo como el agua proveniente del lavado de pañales.	
Coliformes totales					
Dbp y Bqo					
Tratamiento	Trampa de Grasa				
	Filtro de Gravas				
	Diámetro				
Almacenamiento de Aguas Grises	Volumen				
	Diámetro				
	Caudal				

Fuente: elaboración propia

2.3. Población, Muestra y Muestreo

Población:

“La población es el compuesto de elementos que son objeto de estudio estadístico” (Tamayo, 2004, p.24)

De acuerdo al autor la población reúne características comunes que al estudiarlas permiten validar nuestras hipótesis, en esta investigación tomaremos como población los edificios destinados a viviendas, en el distrito de Chorrillos, Lima – Perú.

Muestra:

Valderrama, indica que:

“De modo más científico, se determina las muestras como una parte de un conjunto o población debidamente seleccionada, la cual será sometida a una observación científica en representación de todo el conjunto, con el objetivo de conseguir conclusiones válidas. [...]”. (Valderrama, 2007 pág. 16).

En esta investigación consideramos tomar como muestra (01) proyecto de edificación de uso para vivienda unifamiliar de 4 pisos y 01 semisótano, cuya área del terreno es de 140m², ubicada en el distrito de Chorrillos.

Muestreo:

Muestreo No Probabilístico

“El muestreo no probabilístico es elegido según los objetivos de la investigación y son muy útiles para estudios exploratorios y en general para estudios de corte cualitativo. En este caso la selección de los elementos no depende de la probabilidad sino del criterio del investigador [...]” Borja S., 2012.

Se eligió el tipo de muestreo **no probabilístico** ya que no realizamos ningún método para la elección de la muestra, pero si se tomó en cuenta los problemas y características de la investigación.

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica

Observación directa

Instrumentos

Fichas de recolección de datos

Validez

Para Valarino et al. (2015), sostienen que:

“La validez se refiere a que debe tenerse cierto grado de seguridad, que lo que se está midiendo sea lo que se pretende y no otra cosa, que la técnica empleada mida el fenómeno que se supone tiene que medir o que el observador pueda clasificar un comportamiento en una categoría con cierto grado de veracidad”. (p.227).

La validez en este proyecto de investigación fue medida mediante un juicio de tres expertos, que a través del instrumento de recolección de datos dieron fe que es lo necesario para desarrollar este proyecto de investigación. (Ver Anexo 3)

Confiabilidad:

Behar (2008), afirma que:

“se refiere a la consistencia interior de la misma, a su capacidad para discriminar en forma constante entre un valor y otro. Cabe confiar en una escala cuando produzca constantemente los mismos resultados al aplicarla a una misma muestra, es decir, cuando siempre los mismos objetos aparezcan valorados en la misma forma”. (p.73).

En el proyecto la confiabilidad se basa en la experiencia del asesor y especialistas en el área sanitario, el cual colaboran en la elaboración de la investigación.

	Coeficiente de confiabilidad
Experto1	1
Experto2	1
Experto3	1
Promedio	1

Tabla.02 *Rango de Confiabilidad*

Rango	Confiabilidad (Dimension)
0,81 - 1	Muy Alta
0,61 - 0,80	Alta
0,41 - 0,60	Media
0,21 - 0,40	Baja
0 - 0,20	Muy Baja

Fuente: Metodología de la investigación cuantitativa, Palella Y Martins, 2010, (p.181)

El coeficiente de confiabilidad es de promedio 1, y según la tabla 01 pertenece al rango de confiabilidad muy alta. Cuando la confiabilidad sea del rango 0 hasta 0.60 se sugiere repetir la validación del instrumento puesto que es recomendable que sea mayor o igual a 0.61.

Procedimiento

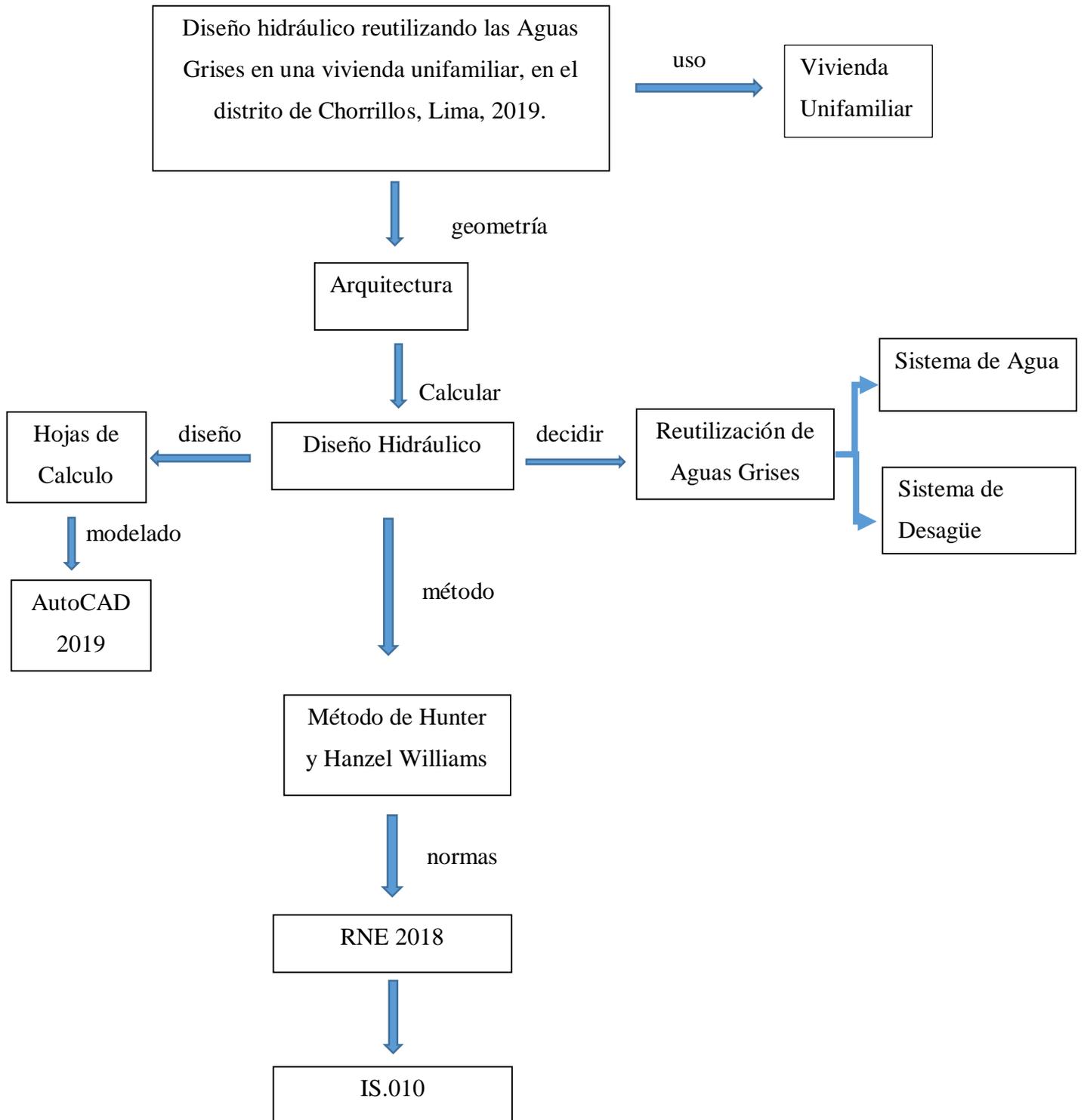


Figura 1. Flujograma del Diseño Hidráulico reutilizando las Aguas Grises en la vivienda

Fuente: Elaboración Propia

2.5. Método de Análisis de datos

Método

“El método científico es el estudio sistemático, controlado, empírico y crítico de proposiciones hipotéticas acerca de presuntas relaciones entre varios fenómenos”. (Kerlinger, 1975, p. 11)

Este plan de investigación se fundamentará en el método científico, ya que permitirá que la presente investigación logre acercarnos a la veracidad de nuestras hipótesis asumidas, a través de las distintas técnicas y procesos que permitan recopilar información que procesaremos mediante el razonamiento minucioso.

Análisis de datos

Para el progreso del proyecto de investigación se usó los softwares como Microsoft office, para el análisis y diseño hidráulico el AUTOCAD 2019, usando los datos obtenidos a través del análisis y cálculo del diseño hidráulico de la vivienda unifamiliar haciendo uso de las normas correspondientes del Reglamento Nacional de Edificaciones, IS.010 aplicando el diseño por el método de Hunter y las tablas presentes en el reglamento.

2.6. Aspectos éticos

Para el avance del proyecto de tesis se ha reunido información de diversas tesis relacionadas, libros, revistas y otras fuentes de información, las cuales fueron referenciadas por la norma ISO 690, se cumplió fielmente con estándares de ética que salvaguarden la correcta veracidad de información y dando cumplimiento a las normas que rigen nuestro país como: la Norma Técnica Peruana, Reglamento Nacional de Edificaciones, entre otras.

Respeto:

Es un valor muy importante en todo espacio de nuestra vida personal, laboral y académica, es por ello que este proyecto de investigación tiene información veraz y concisa, con cual las recopilaciones de información de otros autores serán referenciadas con la norma correspondiente

Honestidad:

Se fue transparente en la realización del proyecto de investigación, ya sea con el análisis de dato y con las visitas a campo del proyecto, se contó con fuentes fiables para la explicación del proyecto.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

Para la presente propuesta de reutilización de aguas grises para una vivienda unifamiliar, se ha tomado una vivienda de 7.00m x 20.00m en una zona urbana en la Urbanización Navidad de Villa, Mz. “C” Lt. “14” en el distrito de Chorrillos, provincia de Lima, departamento de Lima. Dicha vivienda consta de 3 pisos y una azotea, la cual cuenta con 6 baños, 1 cocina y 3 lavanderías. Se diseñará un sistema para reutilizar las aguas grises diseñando una red independiente de las aguas negras para ser filtradas y tratadas. Seguidamente almacenar las aguas grises en un depósito acumulador y con una bomba llevarlo a un tanque elevado independiente del agua potable para luego ser distribuido hacia los inodoros y grifos de riego.

El terreno destinado para el proyecto tiene un área de 140m², y colinda con los siguientes linderos:

- **Frente:** Avenida 16 de diciembre
- **Derecha:** Lote 15
- **Izquierda:** Lote 13
- **Fondo:** Avenida Confraternidad

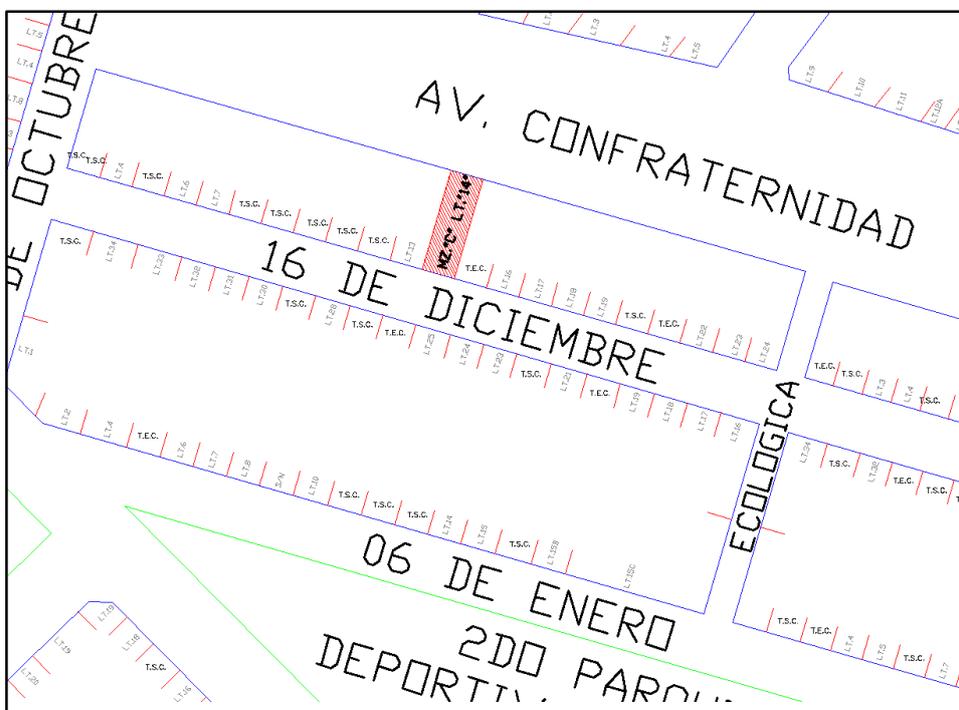


Figura 7. Ubicación de la Vivienda Unifamiliar

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Trabajos preliminares

Diseño de la red Colectora de Aguas Grises

La red colectora de aguas grises consistirá en ramales de desagüe, montante vertical y redes colectoras de la vivienda. Todas las dimensiones fueron diseñadas siguiendo lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones específicamente en la norma IS.010. Instalaciones Sanitarias en Edificaciones.

Ramales

Los ramales de desagüe de la vivienda para las aguas grises se dan las siguientes tablas:

Tabla.03 *Diámetro de las tuberías de los ramales*

Aparato	Diámetro asumido
lavatorio de mano	2"
ducha	2"
lavadero de cocina	2"
lavadero de ropa	2"

Fuente: Elaboración propia.

Tabla.04 *Diámetro de las tuberías de los ramales*

Tipos de aparatos	Diámetro mínimo de la trampa (mm)	Unidades de descarga
Inodoro (con tanque).	75 (3")	4
Inodoro (con tanque descarga reducida).	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática).	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida).	75 (3")	4
Bidé.	40 (1 ½")	3
Lavatorio.	32 – 40 (1 ¼" – 1 ½")	1 – 2
Lavadero de cocina.	50 (2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios.	50 (2")	3
Lavadero de ropa.	40 (1 ½")	2
Ducha privada.	50 (2")	2
Ducha pública.	50 (2")	3
Tina.	40 – 50 (1 ½" – 2")	2 – 3
Urinario de pared.	40 (1 ½")	4
Urinario de válvula automática y semiautomática.	75 (3")	8
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida.	75 (3")	4
Urinario corrido.	75 (3")	4
Bebederio.	25 (1")	1 – 2
Sumidero	50 (2")	2

Fuente: RNE IS.010 Anexo 6 Unidades de Descarga

Tabla.05 Dimensiones de Tuberías horizontales y montantes

Diámetro del tubo(mm)	Cualquier horizontal de desagüe (*)	Montantes de 3 pisos de altura	Montantes de más de 3 pisos	
			Total en la montante	Total por Piso
32 (1 ¼")	1	2	2	1
40 (1 ½")	3	4	8	2
50 (2")	6	10	24	6
65 (2 ½")	12	20	42	9
75 (3")	20	30	60	16
100 (4")	160	240	500	90
125 (5")	360	540	1100	200
150 (6")	620	960	1900	350
200 (8")	1400	2200	3600	600
250 (10")	2500	3800	5660	1000
300 (12")	3900	6000	8400	1500
375 (15")	7000	-	-	-

Fuente: RNE IS.010 Anexo 8

Servicios Higiénicos

Se asume 2" para los ramales de todos los servicios higiénicos, debido a que un baño contiene 4U.D. (lavatorio mano 2U.D. + ducha 2U.D.) y según la Tabla 04 se utiliza tubería de 2" cuando $3 < \text{U.D.} \leq 6$

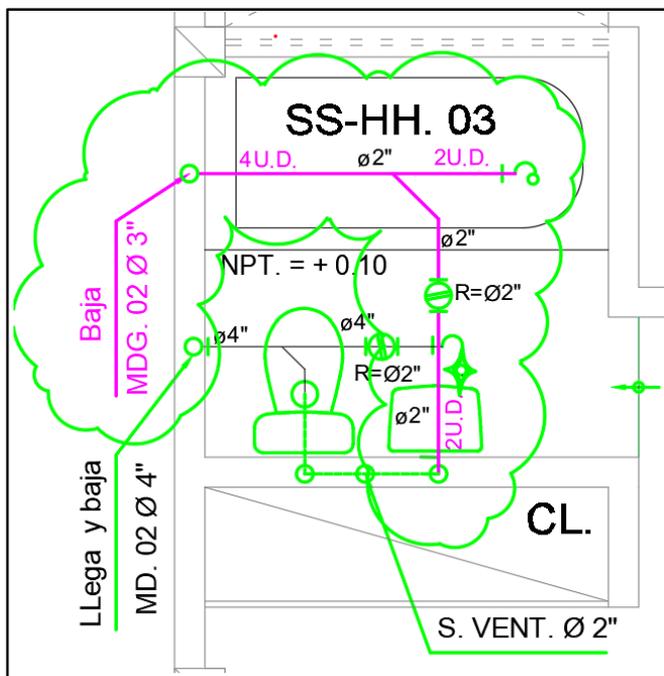


Figura 8. Tubería Horizontal de 2" en SS.HH. 03

Fuente: elaboración propia

Cocina

Para la cocina se asume un ramal de 2" ya que la unidad de descarga es de 4U.D. (Lavadero cocina 2U.D. + Sumidero 2U.D.) el cual está en el rango de $2" \leq 6$ U.D.

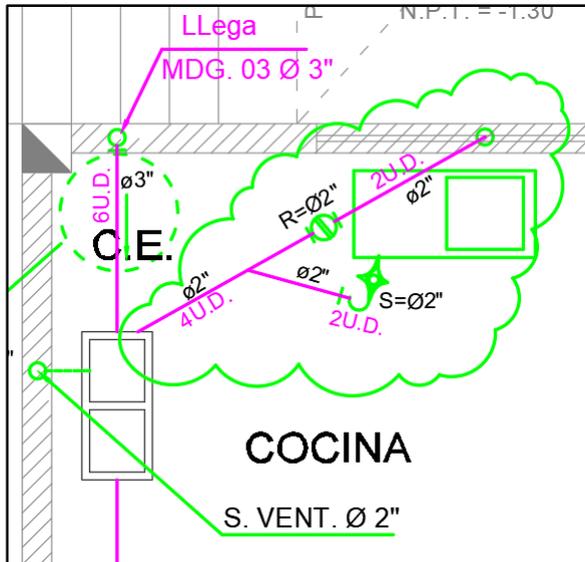


Figura 9. Tubería Horizontal de 2" en Cocina

Fuente: elaboración propia

Lavadero de Ropa

Para los lavatorios de ropa se asume un ramal de 2" ya que la unidad de descarga es de 4U.D. (Lavadero de Ropa 2U.D. + Sumidero 2U.D.) el cual está en el rango de $2" \leq 6$ U.D.

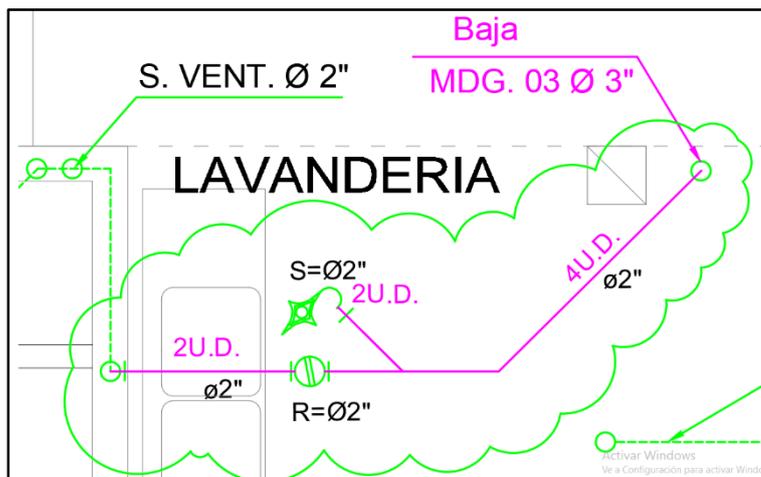


Figura 10. Tubería Horizontal de 2" en Lavandería

Fuente: elaboración propia

Montantes Verticales

Tabla.06 Unidades de descarga para las Montantes de Aguas Grises

PISOS	PISO 2 (U.D.)			PISO 3 (U.D.)			AZOTEA (U.D.)			TOTAL
	LAV. MANO (U.D.)	DUCHA (U.D.)	LAVADERO ROPA (U.D.)	LAV. MANO (U.D.)	DUCHA (U.D.)	LAVADERO ROPA (U.D.)	LAV. MANO (U.D.)	DUCHA (U.D.)	LAVADERO ROPA (U.D.)	
MD. AG. 01	2	2	0	2	2	0	2	2	0	12
MD. AG. 02	2	2	0	2	2	0	0	0	0	8
MD. AG. 03	0	0	2	0	0	2	0	0	2	6

Fuente: elaboración propia

En este proyecto se cuenta con 3 montantes para recolección de aguas grises: MD.AG. 01, MD.AG. 02 y MD.AG. 03.

Según Tabla 05, el montante MD.AG. 01, MD.AG. 02 y MD.AG. 03 al tener menos de 20 U.D. la tubería de diseño sería 2 ½” pero al no ser comercial y por si el propietario desea aumentar más unidades de descarga en los montantes, se considera un montante de 3”.

Colectores

Para MDG.02 al seguir recibiendo 8UD de descarga, la tubería enterrada sigue en el rango de: 3” ≤ 20 entonces el ramal de diseño es 3”

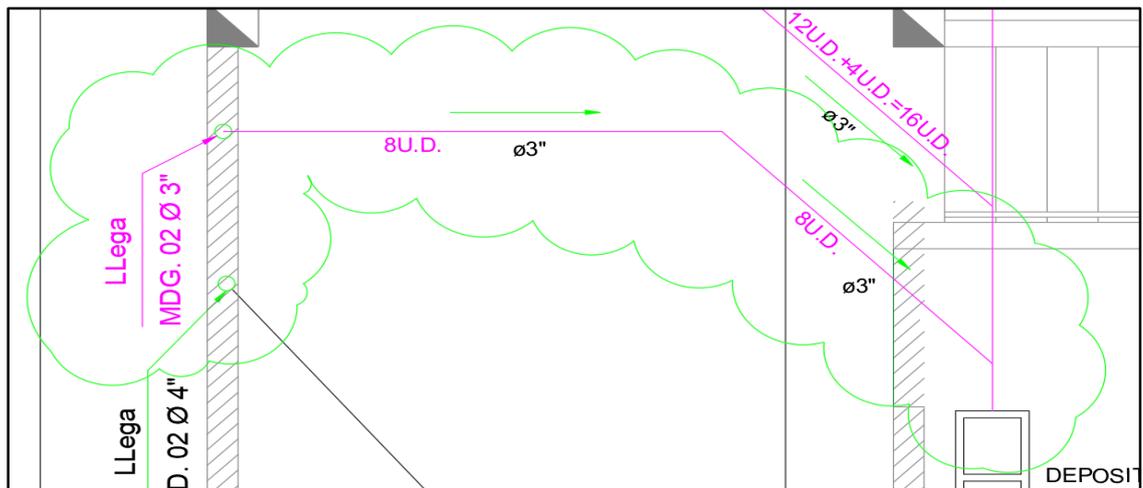


Figura 11. Colector MDG. 02

Fuente: elaboración propia

Para MDG. 01 llega verticalmente con 12U.D., después al sumar 4U.D. proveniente de SH.01 en total sumaria 16U.D. el cual está en el rango de $12 \text{ U.D.} < 3'' \leq 20 \text{ U.D.}$, entonces el ramal de diseño es 3''.

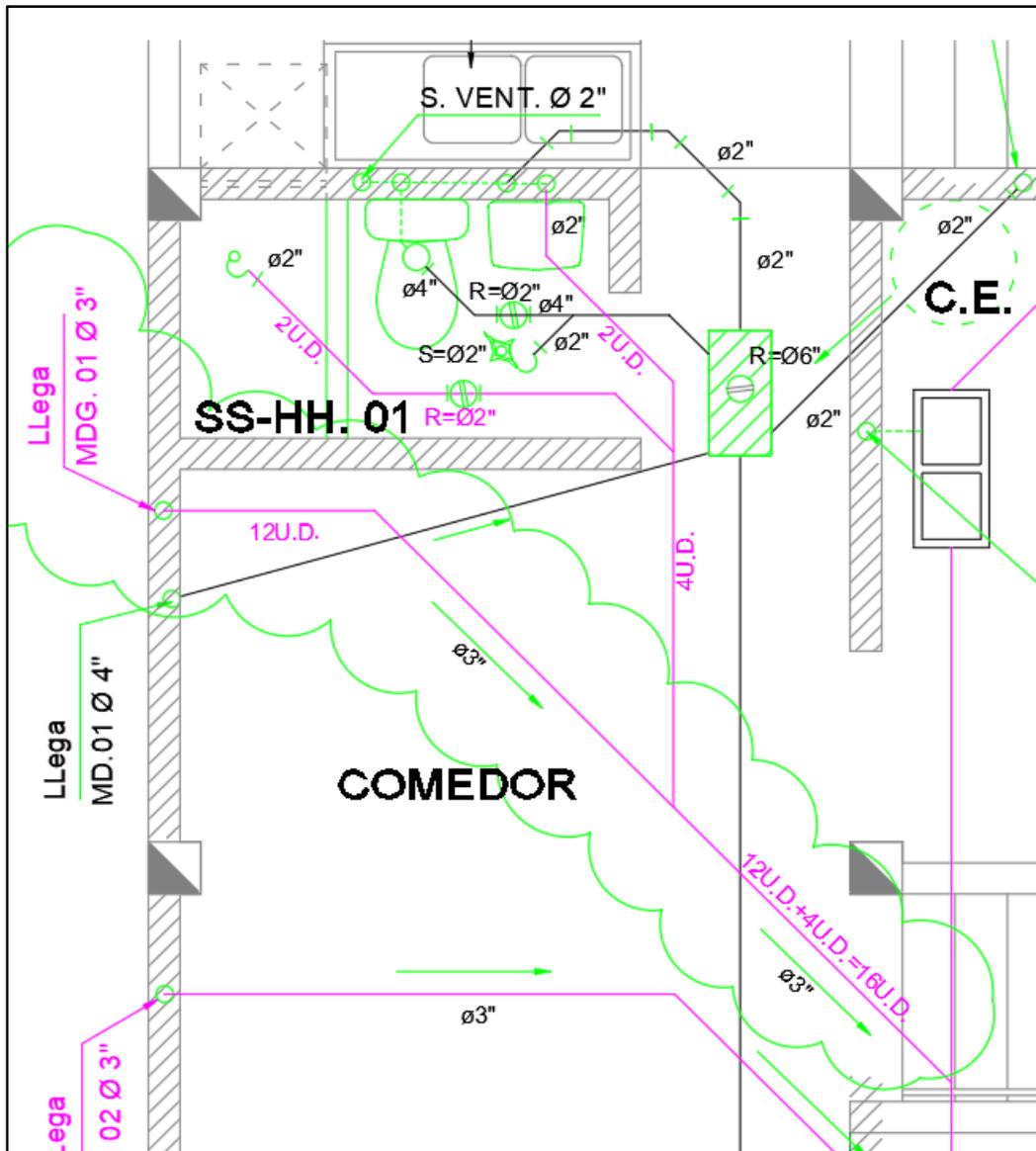


Figura 12. Colector MDG. 01

Fuente: elaboración propia

Para MDG. 03 llega verticalmente con 6U.D. el cual sigue en el rango de $3'' \leq 20$ U.D., entonces el ramal de diseño es 3''.

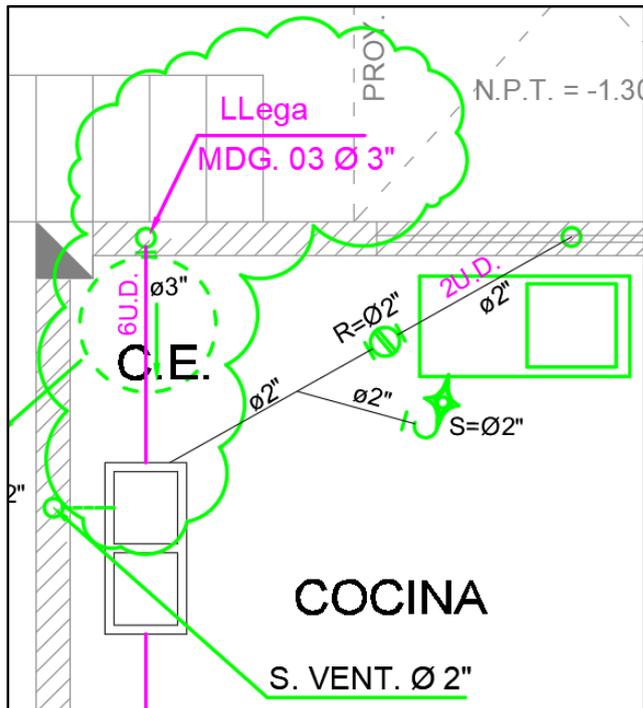


Figura 13. Colector MDG. 03

Fuente: elaboración propia

Tramo trampa de grasa hacia depósito acumulador

Para el tramo de la trampa de grasa hacia el depósito acumulador se aprecia en la figura 14 el total de las Unidades de Descarga en cada ramal y su respectivo diámetro de tubería según la Tabla 03.

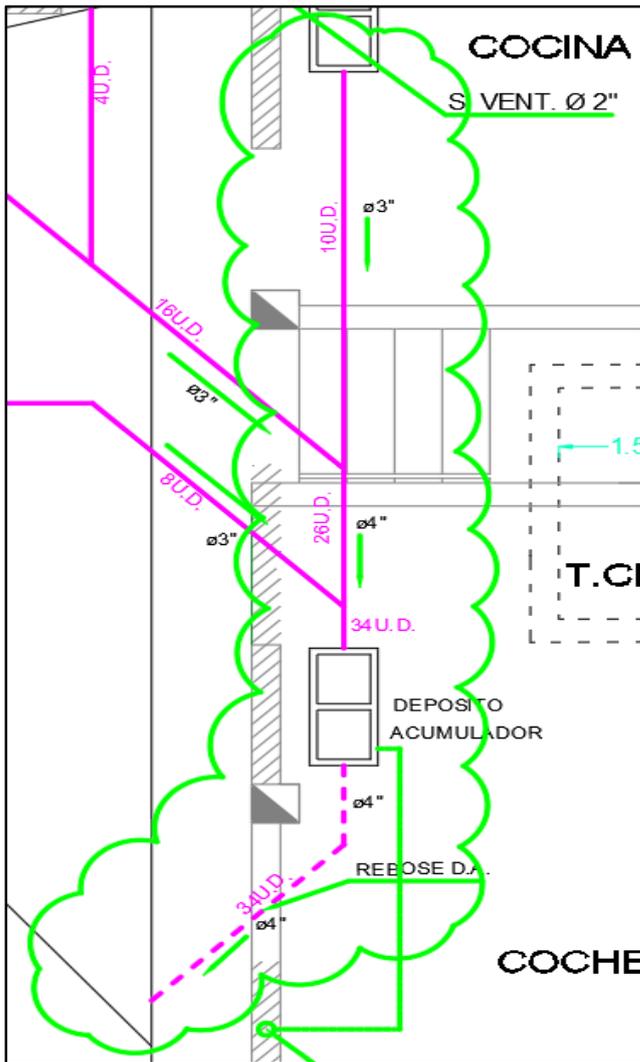


Figura 14. Colector MDG. 03

Fuente: elaboración propia

Para:

10 U.D. ≤ 20 U.D. entonces se usa tubería de 3''

20 U.D. < **26 U.D.** ≤ 160 U.D. entonces se usa tubería de 4''

20 U.D. < **34 U.D.** ≤ 160 U.D. entonces se usa tubería de 4''

3.2.1. DISEÑO DE LA RED COLECTORA DE AGUAS NEGRAS

Ramales

Servicios higiénicos

Todos los servicios higiénicos tienen 6U.D. (Inodoro 4U.D. + Sumidero 2U.D.) y según la Tabla 03 se utiliza tubería de 2" \leq 6U.D. pero según la norma IS.010 en el Capítulo 6 Inciso 6.2 – d indica: “ El diámetro mínimo que reciba la descarga de un inodoro será de 100mm (4”) y el diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en el descarguen” y al ser la salida de un inodoro de 4”, la tubería de diseño no puede ser menor, por ello se diseña el ramal de los servicios higiénicos con 4”.

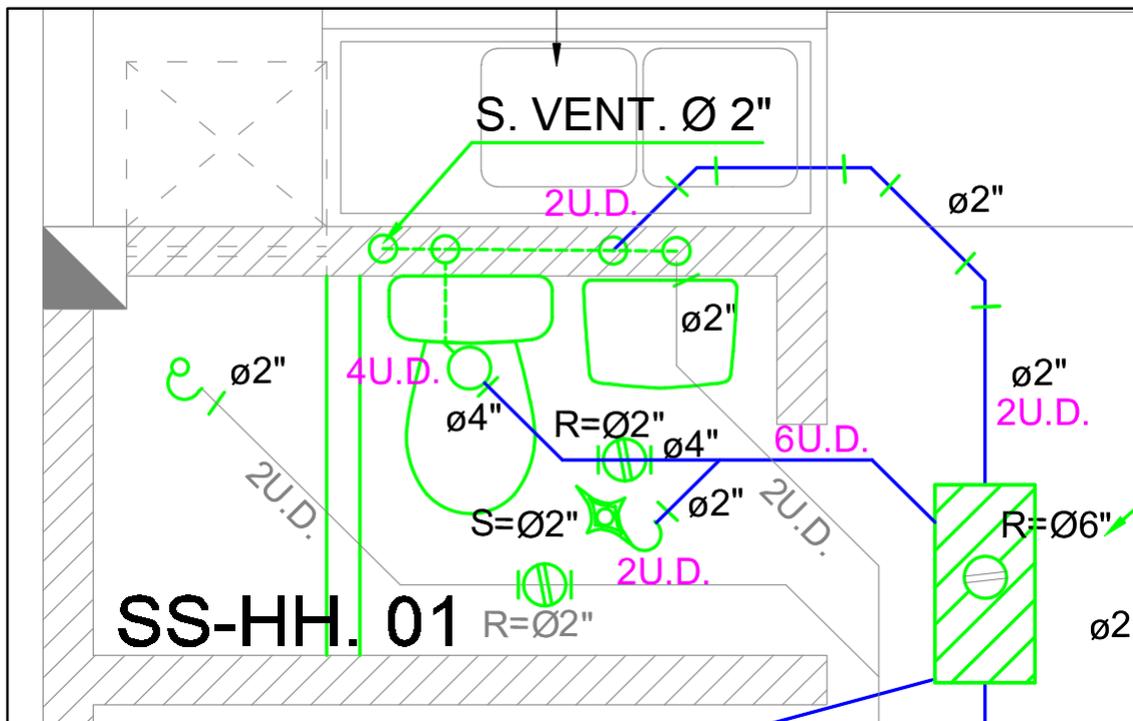


Figura 15. Unidades de Descarga en Servicios Higiénicos

Fuente: elaboración propia

Tuberías pluviales

Para la tubería recolectora de lluvias se considera un ramal de 2" ya que la unidad de descarga es de 6U.D. (3 Sumideros = 6U.D.) el cual está en el rango de $2" \leq 6 \text{ U.D}$

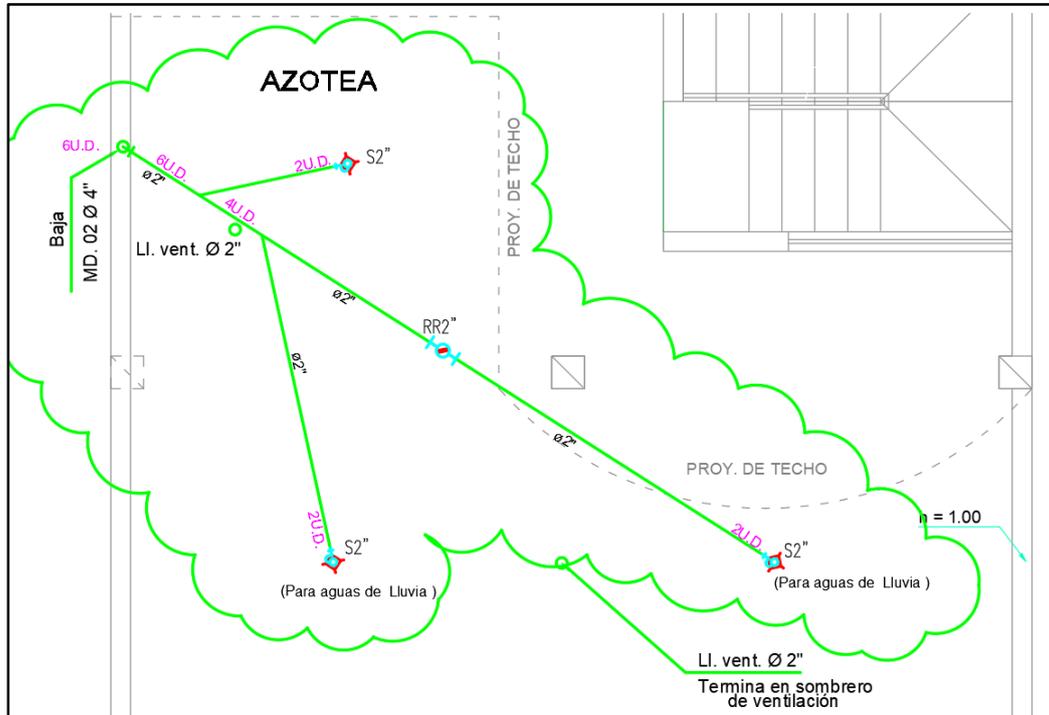


Figura 16. Unidades de Descarga en azotea

Fuente: elaboración propia

Tubería de rebose de tanques elevados

Para la tubería de rebose de los 2 tanques elevados se considera un ramal de 2" ya que la unidad de descarga es de 4U.D. (2 Sumideros = 4U.D.) el cual está en el rango de $2" \leq 6 \text{ U.D}$.

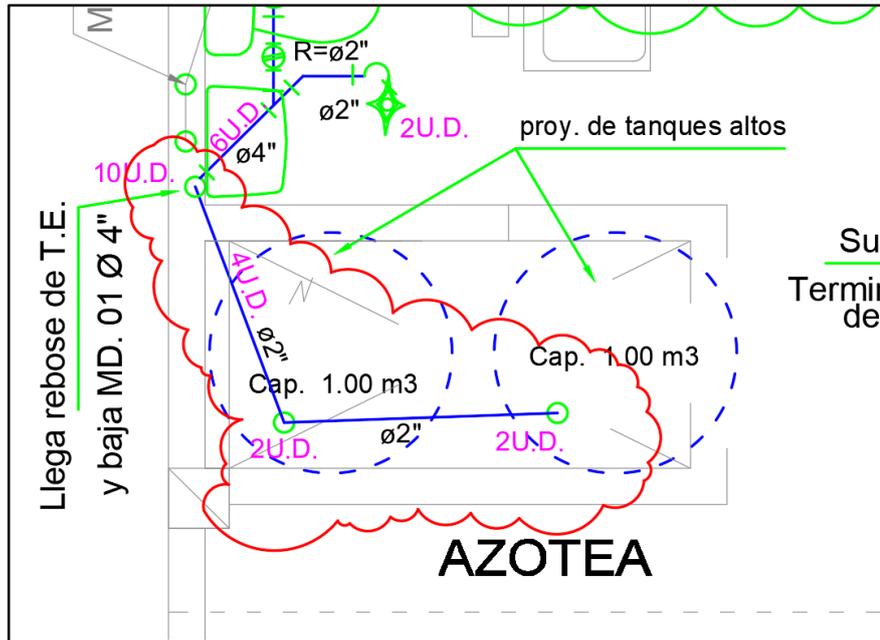


Figura 17. Unidades de Descarga de los tanques elevados en vista de planta

Fuente: elaboración propia

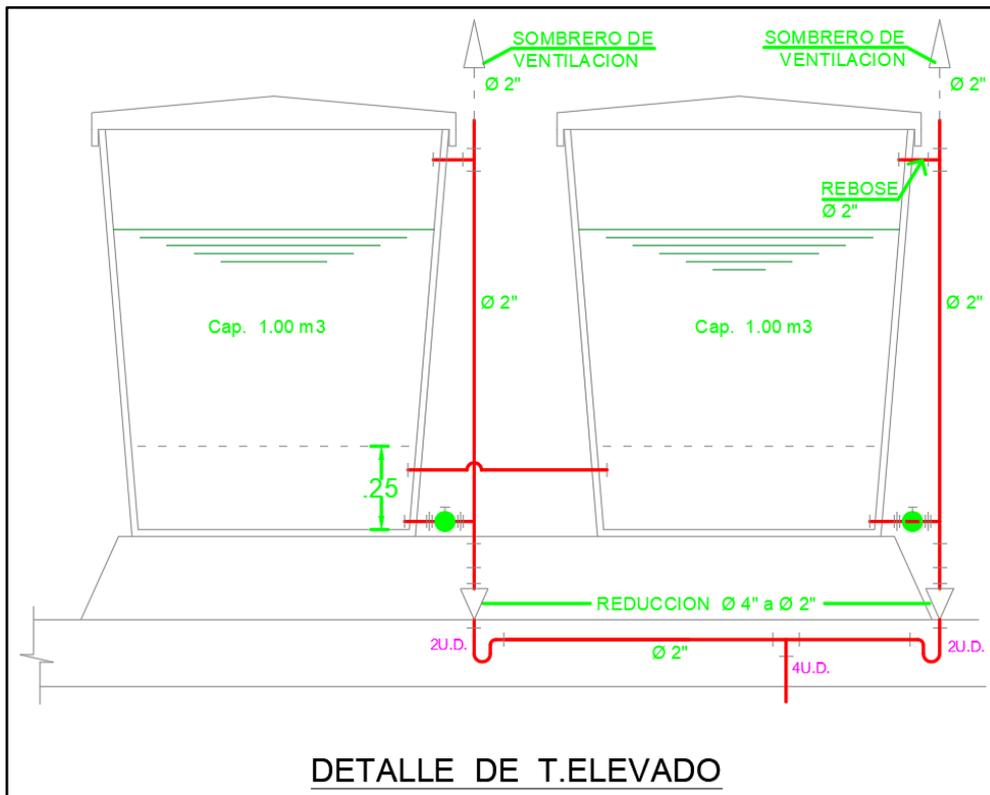


Figura 18. Unidades de Descarga de los tanques elevados en vista frontal

Fuente: elaboración propia

Para MD.02 se considera una tubería de 4" ya que llega con 18U.D. y se encuentra en el rango de $4" \leq 240 \text{ U.D.}$

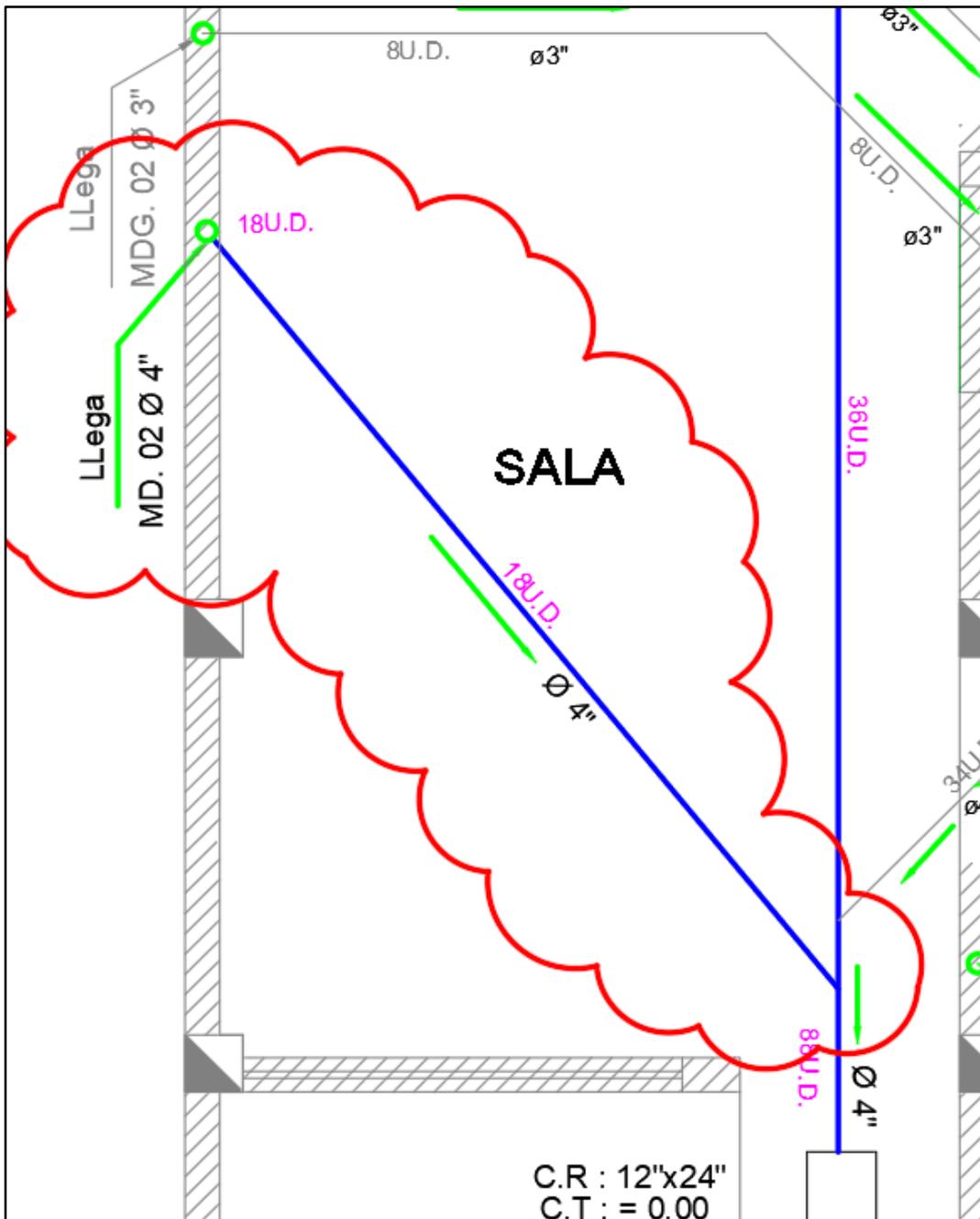


Figura 20. Unidades de Descarga de Colector 02 de 4"

Fuente: elaboración propia

Diseño de cajas de registro

Para el diseño de las Cajas de Registro empezamos por la caja principal existente dejado por Sedapal, el cual se encuentra a una cota de -0.80m con respecto del nivel 0.00m.

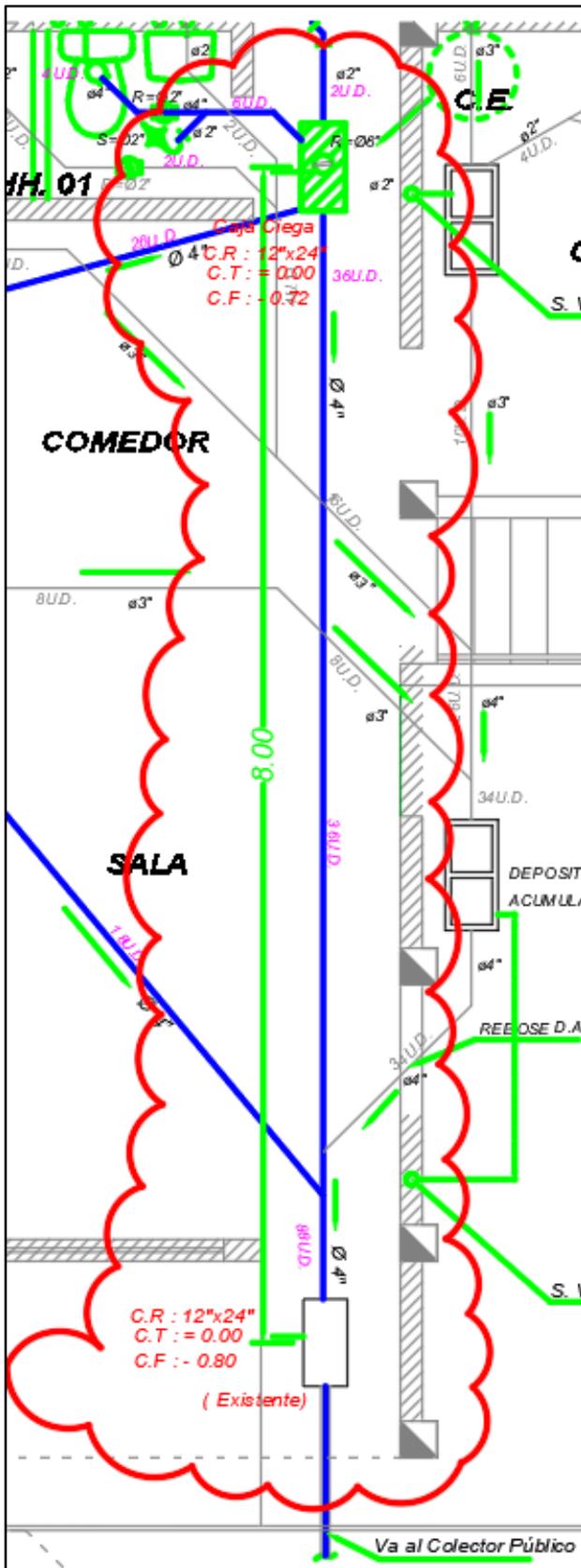


Figura 21. Unidades de Descarga de las Cajas de Registro
 Fuente: elaboración propia

Dimensiones Interiores(m)	Diámetro Máximo(mm)	Profundidad Máxima(m)
0,25 x 0,50 (10" x 20")	100 (4")	0,60
0,30 x 0,60 (12" x 24")	150 (6")	0,80
0,45 x 0,60 (18" x 24")	150 (6")	1,00
0,60 x 0,60 (24" x 24")	200 (8")	1,20

Figura 22. Diseño de las Cajas de Registro

Fuente: RNE IS.010 Capitulo 6 inciso 6.2

Según la norma I.S. 010 tenemos: $0.60\text{m} < 0.30 \times 0.60 (12'' \times 24'') \leq 0.80\text{m}$. la cota de fondo esta con 0.72m es por ello que la caja de registro se considera de 0.3m x 0.6m.

Se diseña la caja de registro nueva con una cota de 0.72m debido a que la distancia de caja a caja es de 8m y al considerar una pendiente de 1% para tuberías de 4'', se resta los $-0.80\text{m} - 0.08\text{m} = -0.72\text{m}$.

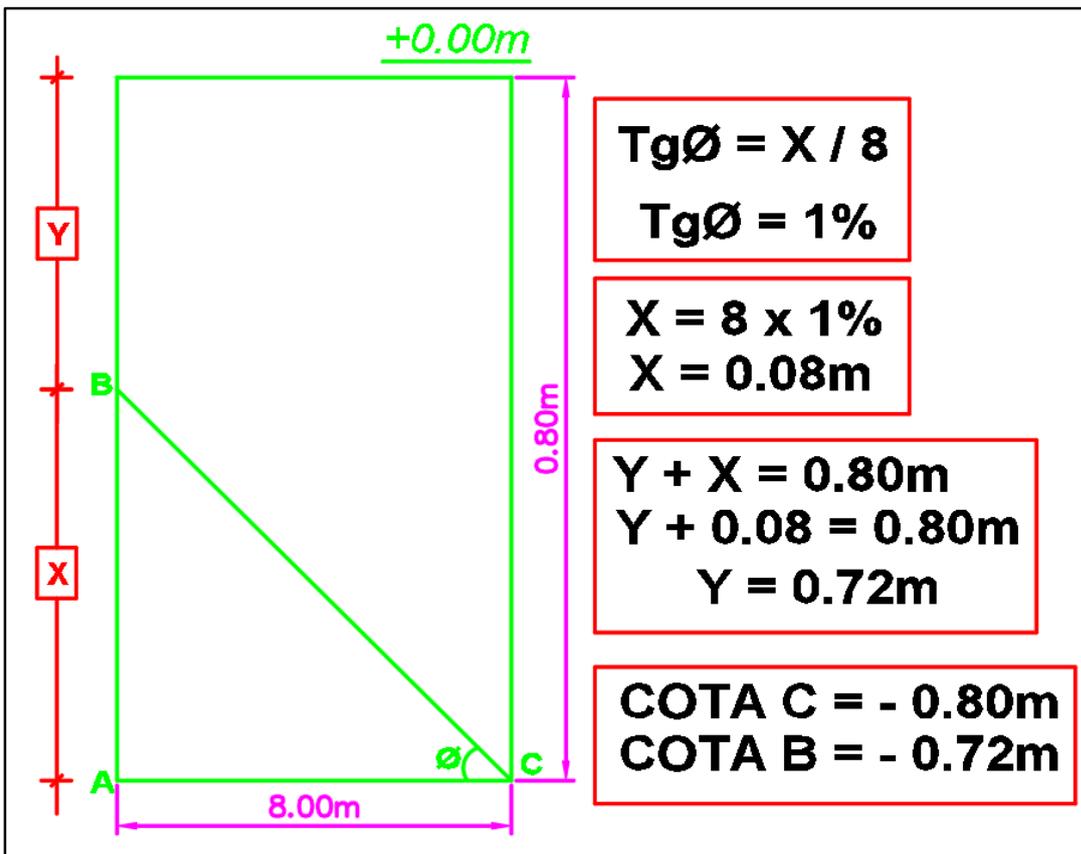


Figura 23. Calculo de las cotas de la Caja de Registro

Fuente: elaboración propia

3.2.2. Diseño de la red de aguas grises

Las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares estarán de acuerdo con el área total del lote según la siguiente Tabla.

Tabla.08 *Diseño de la Dotación según el área del Lote*

Área total del lote en m2	Dotación L/d
Hasta 200	1500
201 a 300	1700
301 a 400	1900
401 a 500	2100
501 a 600	2200
601 a 700	2300
701 a 800	2400
801 a 900	2500
901 a 1000	2600
1001 a 1200	2800
1201 a 1400	3000
1401 a 1700	3400
1701 a 2000	3800
2001 a 2500	4500
2501 a 3000	5000
Mayores de 3000	5000 más 100 l/d por cada 100m2 de superficie adicional

Fuente: RNE IS.010 Capítulo 2 inciso 2.2 - a

El área de terreno en estudio es de 140m², por el cual según la Tabla 05 consideramos una dotación de 1500L/d.

Calculo de la dotación

El volumen total de almacenamiento para una vivienda unifamiliar con un sistema indirecto (cisterna + tanque elevado), se calcula según la siguiente formula:

$$V_c = 3/4 \times \text{Consumo Diario}$$

$$V_{te} = 1/3 \times \text{Consumo diario}$$

Reemplazando datos:

$$V_c = 3/4 \times 1500 \text{ L/d} = 11\ 250 \text{ L/d}$$

$$V_{te} = 1/3 \times 1500 \text{ L/d} = 500 \text{ L/d}$$

Dotación de las aguas grises

Se tiene 30 UH para demanda de agua potable frente a 24UH para agua no potable, los cuales representados en porcentaje sería el 55% para agua potable y el 45% para agua no potable.

Total, UH en vivienda = 54

Total, agua potable UH = 30

Total, agua no potable UH = 24

$$X_1 = 30/54 \times 100\% = 55.6\%$$

$$X_2 = 24/54 \times 100\% = 44.4\%$$

Tabla.09 Demanda de agua grises

DEMANDA DE AGUA POTABLE			
APARATOS SANITARIOS	VALOR (UH)	CANTIDAD EN LA VIVIENDA	TOTAL UH
LAVATORIO MANO	1	6	6
DUCHA	2	6	12
LAVATORIO ROPA	3	3	9
LAVATORIO COCINA	3	1	3
TOTAL (UH)			30

Fuente: elaboración propia

Tabla.10 *Demanda de agua no potable*

DEMANDA DE AGUA NO POTABLE			
APARATOS SANITARIOS	VALOR (UH)	CANTIDAD EN LA VIVIENDA	TOTAL UH
INODORO	3	6	18
GRIFO RIEGO	6	1	6
TOTAL (UH)			24

Fuente: elaboración propia

Como resultado tenemos una disponibilidad de agua gris del 55.6% y una demanda del 45%.

Disponibilidad de agua gris

Consumo Diario = 1500L/d

Porcentaje de disponibilidad = 55.6%

$Cd = 1500 \times 0.556$

Cd = 834 L/d

Demanda de agua gris

Consumo Diario = 1500L/d

Porcentaje de disponibilidad = 44.4%

$Cd = 1500 \times 0.444$

Cd = 666 L/d

Calculo de los volúmenes de la cisterna y tanque elevado

Volumen de cisterna (V_c)

$$V_c = \frac{3}{4} \times \text{Consumo Diario}$$

$$V_c = \frac{3}{4} \times 666$$

$$V_c = 499.5 \text{ litros}$$

Caudal de llenado

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{V_C}{T_{\text{llenado}} \times 3600}$$

$$T_{\text{llenado}} = 2 \text{ horas}$$

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{499.5}{2 \times 3600}$$

$$Q_{\text{llenado}} = 0.069 \text{ lps}$$

Diámetro de rebose de la cisterna

Tabla.11 Diámetro del tubo de Rebose de la Cisterna

Capacidad del depósito (L)	Diámetro del tubo de rebose
Hasta 5000	50mm (2")
5001 a 12000	75mm (3")
12001 a 30000	100mm (4")
Mayor de 30000	150mm (6")

Fuente: RNE IS.010 Capitulo 2 inciso 2.4

Con un Volumen de Cisterna de **500L** nuestro diámetro de rebose es: Ø50mm (2")

Dimensiones de la cisterna

$$V_C = b \times H_U$$

$$V_C = A \times L \times H_U$$

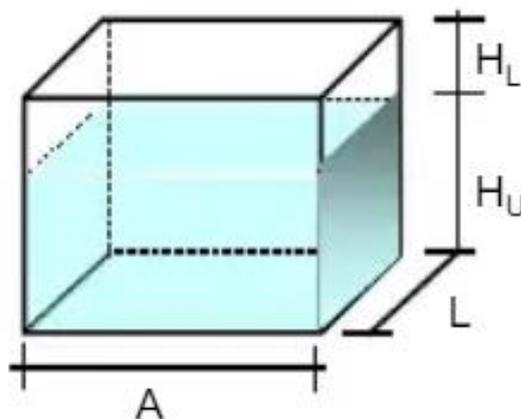
H_U = Altura Util

H_L = Altura Libre

b = Area de la Base

A = Ancho de la Base

L = Largo de la Base



Asumiendo una altura de $H_U = 0.8m$

$$b = A \times L = \frac{L^2}{2}$$

$$\frac{L^2}{2} = \frac{V_C}{H_U}$$

$$L = \sqrt{\frac{2 \times V_C}{H_U}}$$

$$L = \sqrt{\frac{2 \times 0.5m^3}{0.8m}}$$

$$L = 1.12m$$

$$A = 0.56m$$

Se asume un L=1.2m y A=0.60m

$$V_C = A \times L \times H_U$$

$$V_C = 0.60 \times 1.12 \times 0.8$$

$$V_C = 0.54m^3$$

Tabla.12 *Diseño de la Cisterna de Aguas Grises*

Descripción	Cantidad
Volumen	0.54m ³
Largo	1.12 m
Ancho	0.56 m
Alturas	1.21m

Fuente: elaboración propia

Vemos que este volumen útil de la cisterna es mayor que el requerido (500 lts), esto se debe a que se debe dotar a la cisterna de un margen en exceso para cualquier futura eventualidad.

Para la altura libre se diseña según la norma IS.010 RNE

- i) La distancia vertical entre el techo del depósito y el eje del tubo de entrada de agua, dependerá del diámetro de este y de los dispositivos de control, no pudiendo ser menor de 0,20 m.
- j) La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y entrada de agua será igual al doble del diámetro del primero y en ningún caso menor de 0,15 m.
- k) La distancia vertical entre los ejes del tubo de rebose y el máximo nivel de agua será igual al diámetro de aquel y nunca inferior a 0,10 m.
- l) El agua proveniente del rebose de los depósitos, deberá disponerse en forma indirecta, mediante brecha de aire de 0,05 m de altura mínima sobre el piso, techo u otro sitio de descarga.

Figura 24. Altura libre de la Cisterna

Fuente: RNE IS.010 Capítulo 2 inciso 2.4

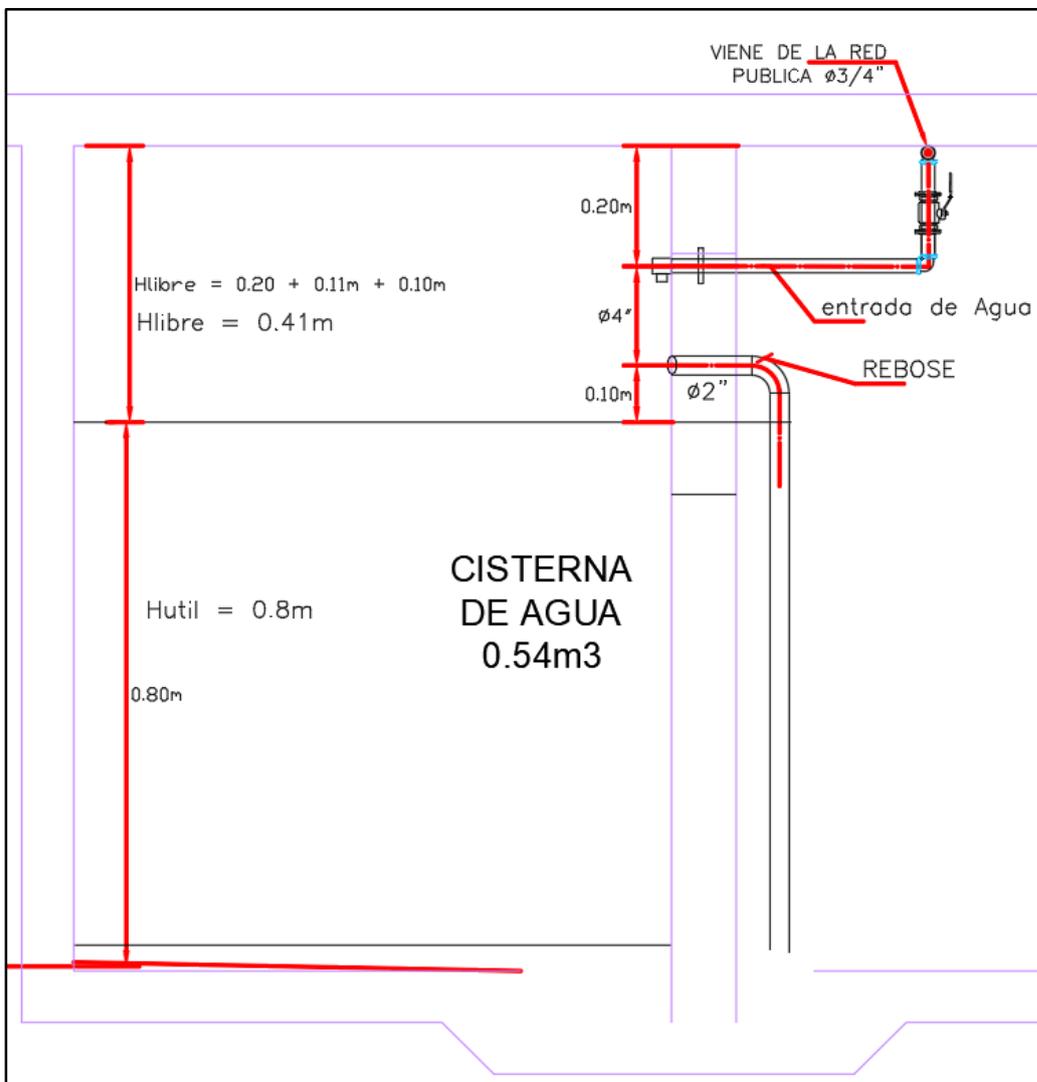


Figura 25. Diseño de la Cisterna

Fuente: elaboración propia

Caudal de máxima demanda simultanea (Qmds)

Según la tabla 07 tenemos una demanda de agua no potable de 24 unidades de gasto para lo cual según el método de Hunter tenemos un caudal de 0.61 lps

Tabla.13 Método de Hunter

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83		
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA

Fuente: RNE IS.010 Anexo 3

Caudal del bombeo (QB)

$$Q_B = Q_{MDS} + \frac{V_{TE}}{T_{LLENADO}}$$

Donde:

Tiempo de Llenado = 0.25 hr

Volumen Tanque elevado = 1/3 Consumo Diario

$$V_{TE} = \frac{1}{3} \times 666 = 222 \text{ lts}$$

$$Q_B = Q_{MDS} + \frac{V_{TE}}{T_{LLENADO}}$$

$$Q_B = 0.61 + \frac{222}{0.25 \times 3600}$$

$$Q_B = 0.86 \text{ lps}$$

Diametro de impulsión y succión

Según el $Q_B = 0.86 \text{ lps}$ tenemos:

$\varnothing_{impulsion} = 25\text{mm o } 1''$

$\varnothing_{succion} = 32\text{mm o } 1 \frac{1}{4}''$ (se escoge el inmediato superior)

Tabla.14 *Diametro de la Tubería de Impulsión según el gasto de bombeo*

Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
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")

Fuente: RNE IS.010 Anexo 5

Comprobación

Formula de Bresse: $D = 0.5873 \times (N^{0.25}) \times (Q_B^{0.5})$

Donde: $Q_B = 0.86 \text{ lps} = 0.00086 \text{ m}^3$

N = Número de horas de bombeo = 0.25 hr

$$D = 0.5873 \times (0.25^{0.25}) \times (0.00086^{0.5})$$

$$D = 0.0122 \text{ m}$$

$$D = 12.2 \text{ mm}$$

Cálculo del Equipo de Bombeo

Potencia de Bombeo

$$Pot = \frac{Q \times Hdt}{75\eta}$$

Dónde:

Q = Caudal de bombeo

Hdt = Altura dinámica total

η = Eficiencia de la bomba (asumir 0.6)

Altura Dinámica Total

$$Hdt = hs + ht + hfs + hfd + Pmin$$

Dónde:

hs = Altura de la Cisterna

ht = Altura del edificio

hfs = Altura de elevación del Tanque Elevado

hfd = Pérdida por fricción en tuberías

Pmin = Presión de salida del tanque elevado de 2m

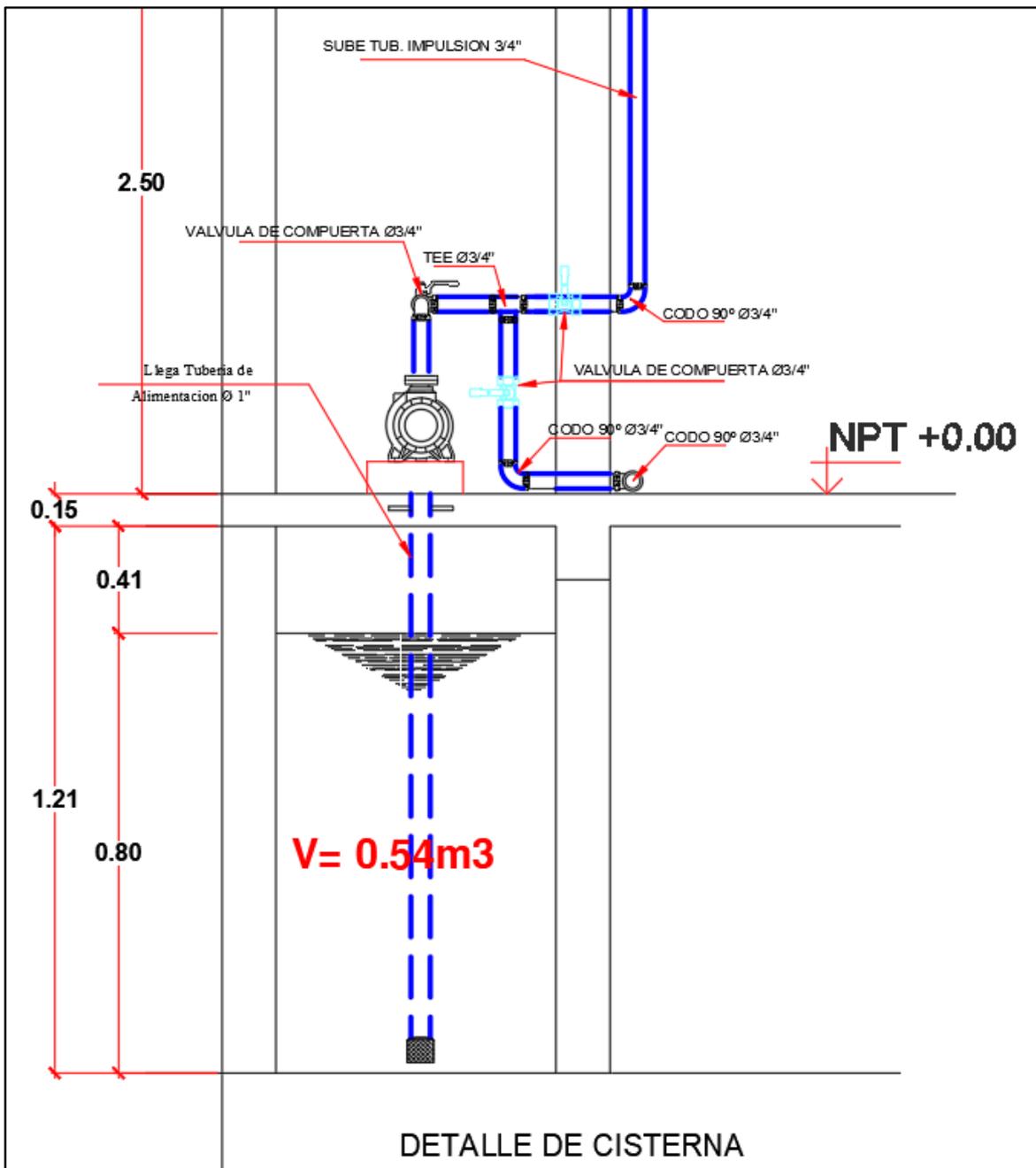


Figura 26. Vista Frontal de la Bomba

Fuente: elaboración propia

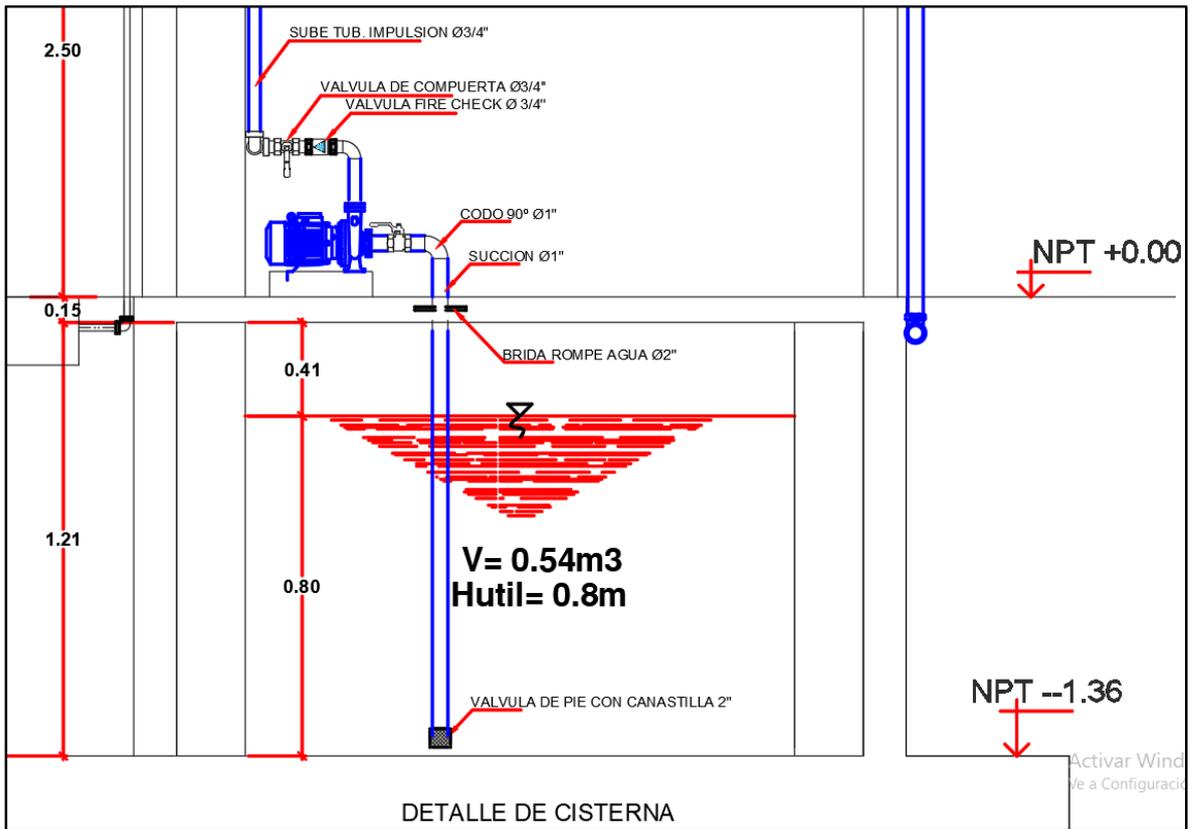


Figura 27. Vista Lateral de la Bomba

Fuente: elaboración propia

Perdida de Carga por Succión

$$L_{eq} = K \times \frac{D}{f_r}$$

Leq = Longitud equivalente

K = coeficiente de resistencia

D = Diámetro de la tubería

Fr = factor de fricción de tubería

Para hallar la Longitud equivalente empleamos la siguiente tabla:

Tabla.15 Resistencia de Accesorios expresada como longitud equivalente en diámetros de la tubería

TIPO	Leq / D
válvula de globo - abierta por completo	340
válvula de ángulo - abierta por completo	150
válvula compuerta - abierta por completo	8
3/4 abierta	35
1/2 abierta	160
válvula de verificación - tipo giratorio	100
válvula de verificación - tipo bola	150
válvula de mariposa - abierta por completo, 2 a 8pulg	45
10 - 14pulg	35
16 a 24 pulg	25
válvula de pie - tipo disco de vástago	420
válvula de pie - tipo disco de bisagra	75
codo estandar 90°	30
codo 90° de radio largo	20
codo roscado 90°	50
codo estandar 45°	16
codo roscado 45°	26
vuelta cerrada en retorno	50
tee estandar - con flujo directo	20
tee estandar con flujo en el ramal	60
valvula check o de retención	2

Fuente: Robert L. Mont pag. 297

Para válvula de pie:

$$\frac{L_{eq}}{D} = 420$$

Hallamos el factor de fricción de la siguiente tabla:

Tabla.16 Factor de fricción según Diámetro del conducto nominal

Tamaño del Conducto Nominal (pulg)	Factor de Fricción Fr
1/2	0.027
3/4	0.025
1	0.023
1 1/4	0.022
1 1/2	0.021
2	0.019
2 1/2	0.018
3	0.018
4	0.017
5	0.016
6	0.015
8 a 10	0.014
12 a 16	0.013
18 - 24	0.012

Fuente: Robert L. Mont pag. 297

Para 1" tenemos que el factor de fricción es **0.023**.

Reemplazando todos los datos en la fórmula: $L_{eq} = K \times D / f_r$

$$K = f_r \times L_{eq} / D$$

$$K = 0.023 \times 420$$

$$K = 9.66$$

Entonces:

$$L_{eq} = K \times D / f_r$$

$$L_{eq} = 9.66 \times 0.032 / 0.023$$

$$L_{eq} = 13.44 \text{ m}$$

Para codo 90°:

$$\frac{L_{eq}}{D} = 30$$

$$f_r = 0.023$$

$$K = 0.023 \times 30$$

$$K = 0.69$$

Entonces:

$$L_{eq} = 0.69 \times 0.032 / 0.023$$

$$L_{eq} = \mathbf{0.96\ m}$$

$$L_{eq_{total}} = 13.44 + 0.96$$

$$L_{eq_{total}} = \mathbf{14.4\ m}$$

$$L_{real} = \mathbf{2\ m}$$

Formula de Hazen – Williams:

$$h_f = \frac{10.679 \times L \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

O también se puede expresar como:

$$Q = 0.2787 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/s)

C = coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = diámetro interno de la tubería (m)

L = longitud de la tubería (m)

Hf = pérdida de carga o de energía (m)

S = pendiente (pérdida de carga por unidad de longitud del conducto (m/m))

Valores de C según el tipo de tubería:

- 90 para tubos de acero soldado
- 100 para tubos de hierro fundido
- 150 para tubos de PVC
- 128 para tubos de fibrocemento
- 140 para tubos de polietileno (PPR)

Reemplazando valores en la fórmula de hanzel:

$$S = \left(\frac{0.86 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 150 \times 0.032^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.04$$

$$hfs = S \times (L_{eq} + L_{real})$$

Reemplazando valores obtenidos anteriormente:

$$hfs = 0.04 \times (14.4 + 2)$$

$$hfs = 0.657m$$

Tabla.17 Pérdida de Carga por Succión

PERDIDA DE CARGAS POR SUCCION	$K = f_r \times L_{eq}/D$			$L_{eq} = K \times D/f_r$			Leq total (m)
	DESCRIPCION	Diametro (m)	Leq/D	fr	K	Leq (m)	
codo 90	0,032	30	0,023	0,69	0,96	1	0,96
valvula de pie	0,032	420	0,023	9,66	13,44	1	13,44
valvula check	0,032	100	0,023	2,3	3,2	0	0,00
Tee	0,032	60	0,023	1,38	1,92	0	0,00
Longitud real (m)	2				TOTAL DE Long. Equivalente		14,40

S	$S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$	0,040 m/m
C	(coeficiente de rugosidad)	150
Q	(caudal)	0,86 l/s
D	(diametro de la tubería)	0,032 m
Hfs	$hfs = S \times (L_{eq} + L_{real})$	0,657 m

Fuente: elaboración propia

Pérdida de Carga por Impulsión

Tabla.18 Perdida de Carga por Impulsión

PERDIDA DE CARGAS POR IMPULSION	$K = f_r \times L_{eq}/D$			$L_{eq} = K \times D/f_r$			Leq total (m)
	Diametro (m)	Leq/D	fr	K	Leq (m)	cantidad	
codo 90	0,025	30	0,025	0,75	0,75	4	3,00
valvula compuerta	0,025	8	0,025	0,2	0,2	1	0,20
valvula check	0,025	100	0,025	2,5	2,5	1	2,50
Tee	0,025	60	0,025	1,5	1,5	1	1,50
Longitud real (m)	14				TOTAL DE Long. Equivalente		7,20

S $S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$	0,133 m/m
C (coeficiente de rugosidad)	150
Q (caudal)	0,86 l/s
D (diametro de la tubería)	0,025 m
Hfs $h_{fs} = S \times (L_{eq} + L_{real})$	2,823 m

Fuente: elaboración propia

De los cálculos ya explicados paso a paso anteriormente se llega al resultado final de la pérdida de carga por impulsión es:

$$H_{fs} = 2.823m$$

Entonces se tiene que el: $H_{fs} = H_{fs \text{ succion}} + H_{fs \text{ impulsion}}$

$$\rightarrow H_{fs} = 0.657 + 2.823 = 3.48m$$

Seguidamente se procede calcular la potencia de la bomba, para lo cual tenemos los siguientes datos:

$H_s = 1.21m$ Altura de Cisterna

$H_t = 10.70m$ Altura del Edificio

$H_{fs} = 1.05m$ Altura de Elevación del Tanque elevado

$H_{fd} = 3.48m$ Perdida de fricción en tuberías

$P_{Min} = 2.00m$ Presión de salida del tanque elevado de 2m

$$Hdt = h_s + h_t + h_{fs} + h_{fd} + P_{min}$$

$$Hdt = 1.21 + 10.7 + 1.05 + 3.48 + 2$$

$$Hdt = 18.44m$$

$$Pot = \frac{Q \times Hdt}{75\eta}$$

$$Pot = \frac{0.86 \times 18.4}{75 \times 0.6}$$

$$Pot = 0.352 \text{ HP}$$

Se diseña con una bomba de 0.5 HP

Volumen del tanque elevado (TE)

$$V_{TE} = \frac{1}{3} \times \text{Consumo Diario}$$

$$V_{TE} = \frac{1}{3} \times 666$$

$$V_{TE} = 222 \text{ lts}$$

Se diseña con un tanque elevado de 750 litros.

Calculo de Subramales, Ramales y Alimentación

Para el cálculo de los sub ramales, ramales y tuberías de alimentación se tendrá en cuenta:

Velocidad

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

Dónde:

V = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m^3/s)

A = Area (m^2)

Pérdida de Carga

$$h_f = S \times L_{equiv}$$

$$S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/s)

C = coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = diámetro interno de la tubería (m)

L = longitud de la tubería (m)

Hf = pérdida de carga o de energía (m)

S = pendiente (pérdida de carga por unidad de longitud del conducto (m/m))

Valores de C según el tipo de tubería:

- 90 para tubos de acero soldado
- 100 para tubos de hierro fundido
- 150 para tubos de PVC
- 128 para tubos de fibrocemento
- 140 para tubos de polietileno (PPR)

Calculo de la red – Azotea

Para el cálculo de las presiones utilizaremos la fórmula de Bernoulli:

$$p_1 + \frac{\rho V_1^2}{2} + \rho g z_1 = p_2 + \frac{\rho V_2^2}{2} + \rho g z_2$$

o

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

Donde:

P = Presión termodinamica

ρ = Densidad

V = Velocidad

g = Gravedad

z = Altura

γ = Peso específico

Calculo de la red – Azotea

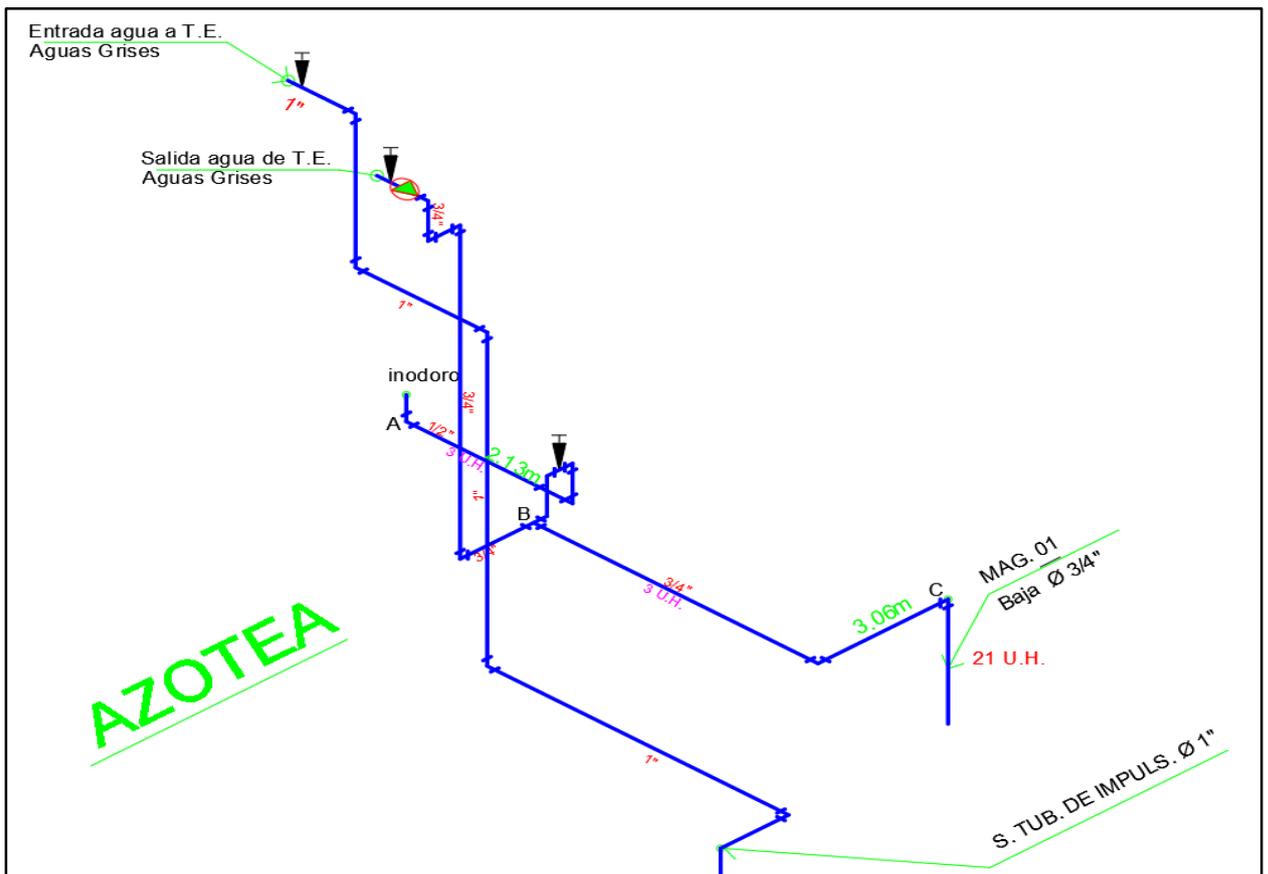


Figura 28. Vista Isométrico de la Red de Aguas Grises en Azotea

Fuente: elaboración propia

Primero se calcula el valor los gastos según el método de Hunter, explicado en la Tabla 09. Así pues, para el inodoro según la tabla de hunter se considera 3 U.H. y el caudal es 0.12 l/s.

Para el cálculo de las tuberías utilizaremos la siguiente tabla, que nos da la equivalencia de cuantos tubos de 1/2" son los diámetros mayores:

Tabla.19 Diseño de diámetros de Tuberías de Agua

Diámetro del tubo	Diámetro de tubos de 1/2"	Medida en metros	Rango
1/2"	1,90	1,9 x 5 = 9,5 m	9,5 m
3/4"	2,20	2,2 x 5 = 11 m	20,5 m
1"	2,48	2,48 x 5 = 12,4 m	32,9 m
1 1/4"	2,81	2,81 x 5 = 14,05 m	46,05 m
1 1/2"	3,05	3,05 x 5 = 15,25 m	61,23 m
2"	3,84	3,84 x 5 = 19,2 m	80,5 m

Fuente: elaboración propia

Para la velocidad máxima permisible se calcula con la tubería a utilizar según la siguiente tabla:

Tabla.20 *Diseño de Velocidad Máxima según el diámetro de la tubería de agua.*

D (pulg)	V (m/s)
1/2"	1.90
3/4"	2.20
1"	2.48
1 1/4"	2.81
1 1/2"	3.05
2"	3.84

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo de la velocidad utilizamos la siguiente formula:

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

Dónde:

V = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m^3/s)

A = Area (m^2)

Entonces la velocidad en el tramo Inodoro – A:

$$V_{Inod-A} = \frac{Q_{Inod-A}}{AREA_{Inod-A}}$$

$$V_{Inod-A} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{Inod-A} = 0.95 \text{ m/s}$$

La velocidad en el tramo A – B:

$$V_{A-B} = \frac{Q_{A-B}}{AREA_{A-B}}$$

$$V_{A-B} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{A-B} = 0.95 \text{ m/s}$$

La velocidad en el tramo B - C:

$$V_{B-C} = \frac{Q_{B-C}}{AREA_{B-C}}$$

$$V_{B-C} = \frac{0.50 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.75 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{B-C} = 1.76 \text{ m/s}$$

Luego se procede calcular todas las pérdidas de carga asociados por los accesorios en el tramo del recorrido del inodoro hasta el nodo A.

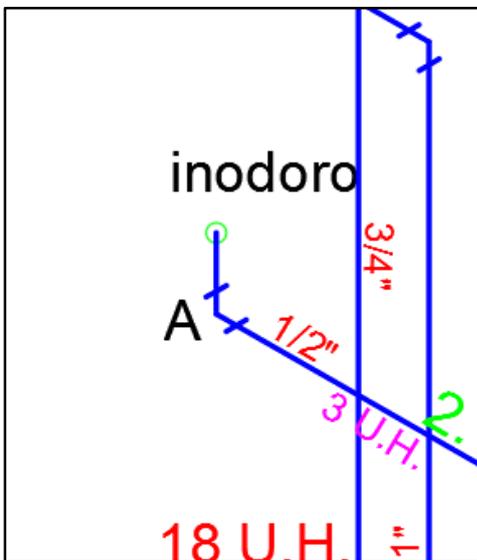


Figura 29. Vista Isométrico de la Red de Aguas Grises en Azotea

Fuente: elaboración propia

En el isométrico se puede apreciar que se está utilizando 2 codos de 90° y el recorrido es de 0.20m. Para el cálculo de perdidas locales se utilizará la siguiente tabla ya resumida según diámetros de cada accesorio:

Tabla.21 *Calculo de las Perdidas Locales en cada accesorio.*

ACCESORIO	CODO 90°				TEE				CODO 45°			
	D (pulg)	L.E.	K	L.E./D	Fr	L.E.	K	L.E./D	Fr	L.E.	K	L.E./D
1/2	0,6	0,81	30	0,027	1,2	1,62	60	0,027	0,3	0,43	16	0,027
3/4	0,8	0,75	30	0,025	1,5	1,5	60	0,025	0,4	0,4	16	0,025
1	1,0	0,69	30	0,023	1,9	1,38	60	0,023	0,5	0,37	16	0,023
1 1/4	1,2	0,66	30	0,022	2,4	1,32	60	0,022	0,6	0,35	16	0,022
1 1/2	1,5	0,63	30	0,021	3,0	1,26	60	0,021	0,8	0,34	16	0,021
2	1,9	0,57	30	0,019	3,8	1,14	60	0,019	1,0	0,3	16	0,019
2 1/2	2,3	0,54	30	0,018	4,5	1,08	60	0,018	1,2	0,29	16	0,018
3	2,7	0,54	30	0,018	5,4	1,08	60	0,018	1,4	0,29	16	0,018
4	3,3	0,51	30	0,017	6,6	1,02	60	0,017	1,8	0,27	16	0,017

ACCESORIO	VALVULA COMPUERTA				VALVULA PIE				VALVULA CHECK			
	D (pulg)	L.E.	K	L.E./D	Fr	L.E.	K	L.E./D	Fr	L.E.	K	L.E./D
1/2	0,2	0,216	8	0,027	8,4	11,34	420	0,027	2,0	2,7	100	0,027
3/4	0,2	0,2	8	0,025	10,5	10,5	420	0,025	2,5	2,5	100	0,025
1	0,3	0,184	8	0,023	13,4	9,66	420	0,023	3,2	2,3	100	0,023
1 1/4	0,3	0,176	8	0,022	16,8	9,24	420	0,022	4,0	2,2	100	0,022
1 1/2	0,4	0,168	8	0,021	21,0	8,82	420	0,021	5,0	2,1	100	0,021
2	0,5	0,152	8	0,019	26,5	7,98	420	0,019	6,3	1,9	100	0,019
2 1/2	0,6	0,144	8	0,018	31,5	7,56	420	0,018	7,5	1,8	100	0,018
3	0,7	0,144	8	0,018	37,8	7,56	420	0,018	9,0	1,8	100	0,018
4	0,9	0,136	8	0,017	46,2	7,14	420	0,017	11,0	1,7	100	0,017

Fuente: elaboración propia

Tabla.22 *Diseño de las Perdidas Locales en cada accesorio.*

Accesorio	Codo 90	TEE	Codo 45	Valvula	Valv. Pie	Valv. Check
D (pulg)	L.E.	L.E.	L.E.	L.E.	L.E.	L.E.
1/2	0.6	1.2	0.32	0.16	8.4	2
3/4	0.75	1.5	0.4	0.2	10.5	2.5
1	0.96	1.92	0.512	0.256	13.44	3.2
1 1/4	1.2	2.4	0.64	0.32	16.8	4
1 1/2	1.5	3	0.8	0.4	21	5
2	1.89	3.78	1.008	0.504	26.46	6.3
2 1/2	2.25	4.5	1.2	0.6	31.5	7.5
3	2.7	5.4	1.44	0.72	37.8	9
4	3.3	6.6	1.76	0.88	46.2	11

Fuente: elaboración propia

Entonces según la Tabla 18, para 2 codos de ½” x 90° la pérdida por carga secundaria es 1.20m.

Formula de Hazen – Williams:

$$h_f = \frac{10.679 \times L \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

O también se puede expresar como:

$$S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Reemplazando valores:

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.10680 \text{ m/m}$$

$$hfs = S \times (L_{eq} + L_{real})$$

Reemplazando valores obtenidos anteriormente:

$$hfs = 0.1068 \times (1.20 + 0.20)$$

$$hfs = 0.14953m$$

Perdidas en el tramo a-b

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.10680 \text{ m/m}$$

$$hfs = 0.1068 \times (2.13 + 2.00)$$

$$hfs = 0.4411m$$

Perdidas en el tramo b-c

$$S = \left(\frac{0.50 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.75 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.20817 \text{ m/m}$$

$$hfs = 0.20817 \times (3.06 + 2.30)$$

$$hfs = 1.11581m$$

Para hallar la presión en el nodo A, se considera una presión en el inodoro de 2m, esto debido a lo que menciona el R.N.E. I.S.010 Artículo 7 Red de Distribución, inciso D:

“La presión mínima de salida de los aparatos sanitarios será de **2 m** (0,020 MPa) salvo aquellos equipados con válvulas semiautomáticas, automáticas o equipos especiales en los que la presión estará dada por las recomendaciones de los fabricantes”.

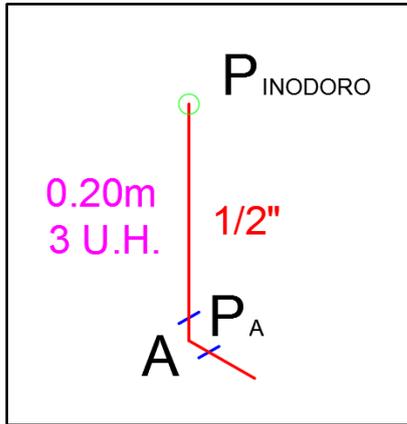


Figura 30. Presión de 2mca mínimo en aparato sanitario

Fuente: elaboración propia

Fórmula de Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 + \rho g \sum \text{perdidas}$$

O también se puede expresar como:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$\frac{P_A}{\gamma} + \frac{0.95^2}{2 \times 9.8} + 0 = 2 + \frac{0.95^2}{2 \times 9.8} + 0.2 + 0.14953$$

$$\frac{P_A}{\gamma} = 2.3495m$$

Para la presión en B tenemos:

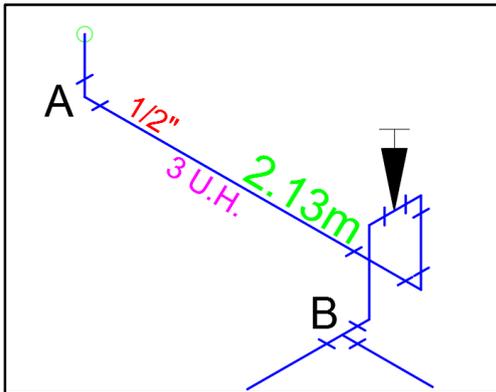


Figura 31. Presión en Nodo B

Fuente: elaboración propia

$$\frac{P_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g} + Z_B = \frac{P_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} + Z_A + \sum \text{perdidas}$$

$$\frac{P_B}{\gamma} + \frac{0.95^2}{2 \times 9.8} + 0 = 2.3495 + \frac{0.95^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.4411$$

$$\frac{P_B}{\gamma} = 2.7906m$$

Para la presión en C:

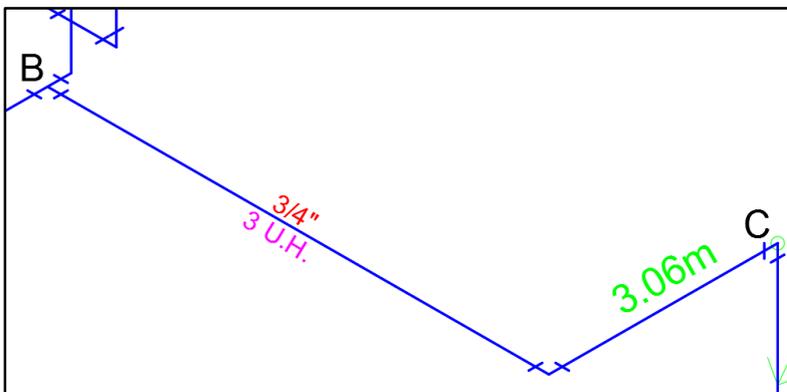


Figura 32. Presión en Nodo C

Fuente: elaboración propia

$$\frac{P_C}{\gamma} + \frac{v_C^2}{2g} + Z_C = \frac{P_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g} + Z_B + \sum \text{perdidas}$$

$$\frac{P_C}{\gamma} + \frac{0.42^2}{2 \times 9.8} + 0 = 2.7906 + \frac{0.42^2}{2 \times 9.8} + 0 + 1.11581$$

$$\frac{P_C}{\gamma} = 3.9064m$$

Siguiendo los procedimientos calculados, se muestra en la siguiente tabla todos los valores ya obtenidos:

Tabla.23 *Calculo de las Presiones en Azotea*

Tramo	UH	Caudal (l/s)	D (pulg)	V (m/s)	V max	Codo		TEE		Valv. Comp.		Valv. Check		L tramo	L equiv.	NPT	Smax (m/m)	Hf m	Presion (m)	Nodo
						N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.							
Inod- A	3	0,12	1/2	0,95	1,9	2	0,6	0	0	0	0	0	0	0,2	1,4	0,2	0,10680	0,14953	2,3495	A
A-B	3	0,12	1/2	0,95	1,9	3	0,6	0	0	1	0,2	0	0	2,13	4,13	0	0,10680	0,44110	2,7906	B
B-C	3	0,12	3/4	0,42	2,2	1	0,8	1	1,5	0	0	0	0	3,06	5,36	0	0,01485	0,07961	2,8702	C
Aliment.	18	0.5	3/4	1,76	2,2	4	0,8	0	0	1	0,2	1	2,5	3,95	9,85	3,5	0,20817	2,0505	8,4207	

Fuente: elaboración propia

Calculo de la Red – Tercer Piso

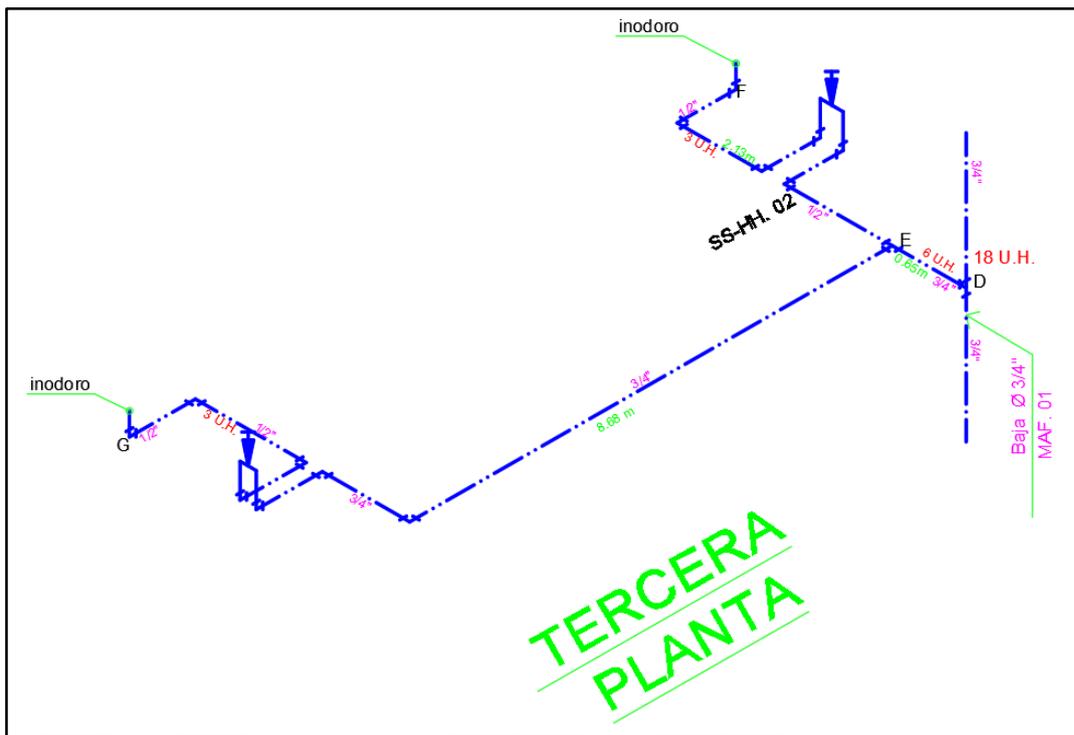


Figura 33. Vista Isométrica de la red de Agua grises en Tercer Piso

Fuente: elaboración propia

La velocidad en el tramo C-D:

$$V_{C-D} = \frac{Q_{C-D}}{AREA_{C-D}}$$

$$V_{C-D} = \frac{0.50 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.75 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{C-D} = 1.76 \text{ m/s}$$

La velocidad en el tramo D – E:

$$V_{D-E} = \frac{Q_{D-E}}{AREA_{D-E}}$$

$$V_{D-E} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.75 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{D-E} = 0.88 \text{ m/s}$$

La velocidad en el tramo E-F:

$$V_{E-F} = \frac{Q_{E-F}}{AREA_{E-F}}$$

$$V_{E-F} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{E-F} = \mathbf{0.95 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo INOD-F:

$$V_{INOD-F} = \frac{Q_{INOD-F}}{AREA_{INOD-F}}$$

$$V_{INOD-F} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{INOD-F} = \mathbf{0.95 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo E-G:

$$V_{E-G} = \frac{Q_{E-G}}{AREA_{E-G}}$$

$$V_{E-G} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{E-G} = \mathbf{0.95 \text{ m/s}}$$

Perdidas en el tramo c-d

$$S = \left(\frac{0.50 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.75 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 1.4969 \text{ m/m}$$

$$hfs = 1.4969 \times (2.7 + 1.5)$$

$$hfs = \mathbf{6.28704 \text{ m}}$$

Perdidas en el tramo d-e

$$S = \left(\frac{0.25 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.75 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.41523m/m$$

$$hfs = 1.4969 \times (0.65 + 1.5)$$

$$**hfs = 0.89275m**$$

Perdidas en el tramo e-f

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (2.13 + 3.16)$$

$$**hfs = 0.07857m**$$

Perdidas en el tramo Inod-f

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (0.2 + 1.2)$$

$$**hfs = 0.02079m**$$

Perdidas en el tramo e-g

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (8.68 + 3.76)$$

$$**hfs = 0.1848m**$$

Fórmula de Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 + \rho g \sum \text{perdidas}$$

La presión en el nodo D:

$$\frac{P_D}{\gamma} + \frac{v_D^2}{2g} + Z_D = \frac{P_C}{\gamma} + \frac{v_C^2}{2g} + Z_C + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$\frac{P_D}{\gamma} + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 0 = 3.9064 + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 2.7 + 6.28704$$

$$\frac{P_D}{\gamma} = 12.8935m$$

La presión en el nodo E:

$$\frac{P_D}{\gamma} + \frac{v_D^2}{2g} + Z_D = \frac{P_E}{\gamma} + \frac{v_E^2}{2g} + Z_E + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$12.8935 + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_E}{\gamma} + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.89275$$

$$\frac{P_E}{\gamma} = 12.00075m$$

La presión en el nodo F:

$$\frac{P_E}{\gamma} + \frac{v_E^2}{2g} + Z_E = \frac{P_F}{\gamma} + \frac{v_F^2}{2g} + Z_F + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$12.00075 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_F}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.07857$$

$$\frac{P_F}{\gamma} = 11.9222m$$

La presión en el nodo INOD-F:

$$\frac{P_F}{\gamma} + \frac{v_F^2}{2g} + Z_F = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{v_{INOD}^2}{2g} + Z_{INOD} + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$11.92455 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0.2 + 0.02079$$

$$\frac{P_{INOD}}{\gamma} = 11.7037m$$

La presión en el nodo G:

$$\frac{P_E}{\gamma} + \frac{v_E^2}{2g} + Z_E = \frac{P_G}{\gamma} + \frac{v_G^2}{2g} + Z_G + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$12.00075 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_G}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.1848$$

$$\frac{P_G}{\gamma} = 11.8160m$$

La presión en el nodo INOD-G:

$$\frac{P_G}{\gamma} + \frac{v_G^2}{2g} + Z_G = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{v_{INOD}^2}{2g} + Z_{INOD} + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$11.8183 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0.2 + 0.02079$$

$$\frac{P_{INOD}}{\gamma} = 11.5975m$$

Calculo de la Red - Segundo Piso:

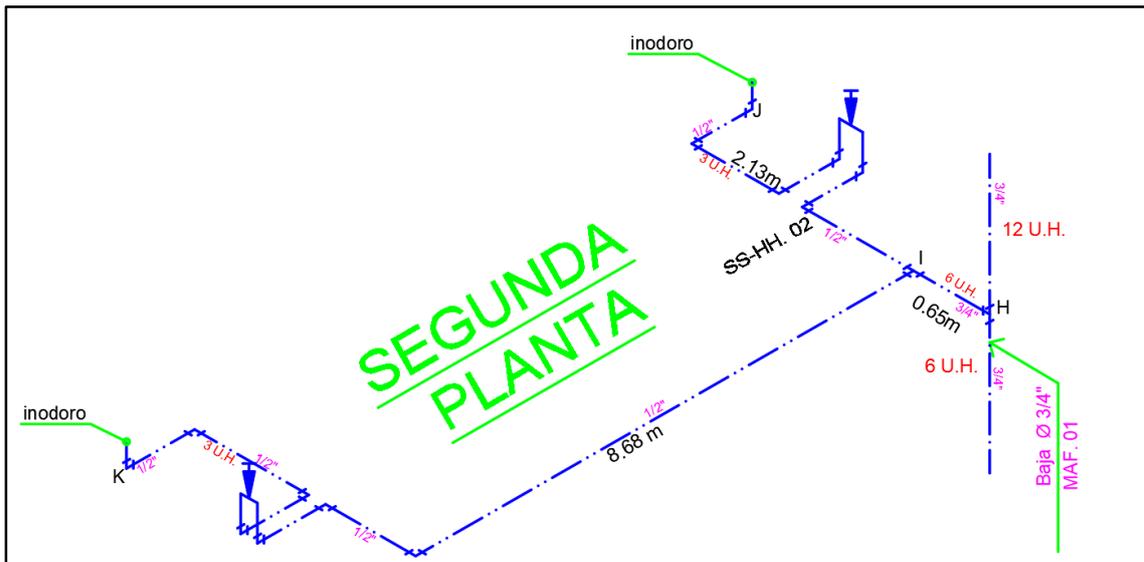


Figura 34. Vista Isométrica de la red de Agua grises en Segundo Piso

Fuente: elaboración propia

La velocidad en el tramo H-I:

$$V_{H-D} = \frac{Q_{H-D}}{AREA_{H-D}}$$

$$V_{H-D} = \frac{0.38 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.75 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{H-D} = 1.33 \text{ m/s}$$

La velocidad en el tramo H – I:

$$V_{H-I} = \frac{Q_{H-I}}{AREA_{H-I}}$$

$$V_{H-I} = \frac{0.25 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.75 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{H-I} = 0.88 \text{ m/s}$$

La velocidad en el tramo I-J:

$$V_{I-J} = \frac{Q_{I-J}}{AREA_{I-J}}$$

$$V_{I-J} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$\mathbf{V_{I-J} = 0.95 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo INOD-J:

$$V_{INOD-J} = \frac{Q_{INOD-J}}{AREA_{INOD-J}}$$

$$V_{INOD-J} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$\mathbf{V_{INOD-J} = 0.95 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo I-K:

$$V_{I-K} = \frac{Q_{I-K}}{AREA_{I-K}}$$

$$V_{I-K} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$\mathbf{V_{I-K} = 0.95 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo INOD-K:

$$V_{INOD-K} = \frac{Q_{INOD-K}}{AREA_{INOD-K}}$$

$$V_{INOD-K} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$\mathbf{V_{INOD-K} = 0.95 \text{ m/s}}$$

Perdidas en el tramo h-d

$$S = \left(\frac{0.38 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.75 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.90095m/m$$

$$hfs = 0.90095 \times (2.7 + 1.5)$$

$$**hfs = 3.784m**$$

Perdidas en el tramo h-i

$$S = \left(\frac{0.25 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.75 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.41523m/m$$

$$hfs = 0.41523 \times (0.65 + 1.5)$$

$$**hfs = 0.89275m**$$

Perdidas en el tramo i-j

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (2.13 + 3.16)$$

$$**hfs = 0.07857m**$$

Perdidas en el tramo Inod-j

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (0.2 + 1.2)$$

$$**hfs = 0.02079m**$$

Perdidas en el tramo i-k

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (8.68 + 3.76)$$

$$\mathbf{hfs = 0.1848m}$$

Perdidas en el tramo inod-k

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (0.2 + 1.2)$$

$$\mathbf{hfs = 0.02079m}$$

Formula de Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + \rho g \sum \text{perdidas}$$

La presión en el nodo H:

$$\frac{P_H}{\gamma} + \frac{v_H^2}{2g} + Z_H = \frac{P_D}{\gamma} + \frac{v_D^2}{2g} + Z_D + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$\frac{P_H}{\gamma} + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 0 = 12.8935 + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 2.7 + 3.784$$

$$\frac{P_H}{\gamma} = 19.3775m$$

La presión en el nodo I:

$$\frac{P_H}{\gamma} + \frac{v_H^2}{2g} + Z_H = \frac{P_I}{\gamma} + \frac{v_I^2}{2g} + Z_I + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$19.3775 + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_I}{\gamma} + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.89275$$

$$\frac{P_I}{\gamma} = 18.4847m$$

La presión en el nodo J:

$$\frac{P_I}{\gamma} + \frac{v_I^2}{2g} + Z_I = \frac{P_J}{\gamma} + \frac{v_J^2}{2g} + Z_J + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$18.4847 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_J}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.07857$$

$$\frac{P_J}{\gamma} = 18.4062m$$

La presión en el nodo INOD-J:

$$\frac{P_J}{\gamma} + \frac{v_J^2}{2g} + Z_J = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{v_{INOD}^2}{2g} + Z_{INOD} + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$18.4062 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0.2 + 0.02079$$

$$\frac{P_{INOD}}{\gamma} = 18.1854m$$

La presión en el nodo K:

$$\frac{P_I}{\gamma} + \frac{v_I^2}{2g} + Z_I = \frac{P_K}{\gamma} + \frac{v_K^2}{2g} + Z_K + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$18.4847 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_K}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.1848$$

$$\frac{P_K}{\gamma} = 18.30m$$

La presión en el nodo INOD-K:

$$\frac{P_K}{\gamma} + \frac{v_K^2}{2g} + Z_K = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{v_{INOD}^2}{2g} + Z_{INOD} + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$18.30 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0.2 + 0.02079$$

$$\frac{P_{INOD}}{\gamma} = 18.0792m$$

Cálculo de la Red – Primer Piso

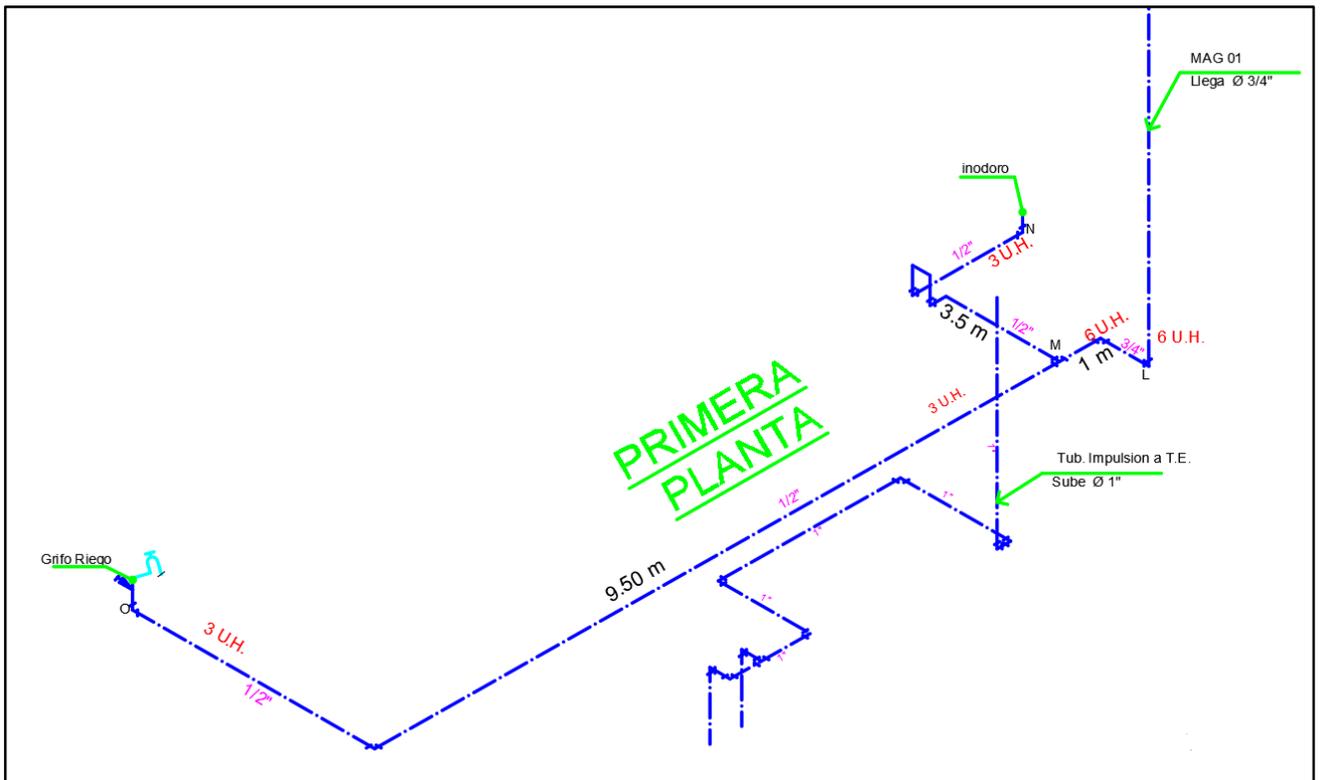


Figura 35. Vista Isométrica de la red de Agua grises en Primer Piso

Fuente: elaboración propia

La velocidad en el tramo L-D:

$$V_{L-D} = \frac{Q_{L-D}}{AREA_{L-D}}$$

$$V_{L-D} = \frac{0.25 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.75 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{L-D} = \mathbf{0.88 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo L – M:

$$V_{L-M} = \frac{Q_{L-M}}{AREA_{L-M}}$$

$$V_{L-M} = \frac{0.25 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.75 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{L-M} = \mathbf{0.88 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo M-N:

$$V_{M-N} = \frac{Q_{M-N}}{AREA_{M-N}}$$

$$V_{M-N} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{M-N} = \mathbf{0.95 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo GRIFO-N:

$$V_{GRIFO-N} = \frac{Q_{GRIFO-N}}{AREA_{GRIFO-N}}$$

$$V_{GRIFO-N} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{GRIFO-N} = \mathbf{0.95 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo M-O:

$$V_{M-O} = \frac{Q_{M-O}}{AREA_{M-O}}$$

$$V_{M-O} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{M-O} = \mathbf{0.95 \text{ m/s}}$$

La velocidad en el tramo GRIFO-O:

$$V_{GRIFO-O} = \frac{Q_{GRIFO-O}}{AREA_{GRIFO-O}}$$

$$V_{GRIFO-O} = \frac{0.12 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (0.5 \times 0.0254)^2}$$

$$V_{GRIFO-O} = \mathbf{0.95 \text{ m/s}}$$

Perdidas en el tramo l-h

$$S = \left(\frac{0.25 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.75 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.41523m/m$$

$$hfs = 0.41523 \times (2.7 + 2.52)$$

$$**hfs = 2,0554m**$$

Perdidas en el tramo l-m

$$S = \left(\frac{0.25 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.75 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.41523m/m$$

$$hfs = 0.41523 \times (1 + 2.25)$$

$$**hfs = 1.34951m**$$

Perdidas en el tramo m-n

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (3.5 + 1.96)$$

$$**hfs = 0.0811m**$$

Perdidas en el tramo inod-n

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (0.2 + 1.2)$$

$$**hfs = 0.02079m**$$

Perdidas en el tramo m-o

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (9.5 + 0.6)$$

$$hfs = \mathbf{0.15002m}$$

Perdidas en el tramo grifo-o

$$S = \left(\frac{0.12 \times 10^{-3}}{0.2787 \times 140 \times (0.5 * 0.0254)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.01485m/m$$

$$hfs = 0.01485 \times (0.3 + 2.56)$$

$$hfs = \mathbf{0.04248m}$$

Fórmula de Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + \rho g \sum \text{perdidas}$$

La presión en el nodo L:

$$\frac{P_L}{\gamma} + \frac{v_L^2}{2g} + Z_L = \frac{P_H}{\gamma} + \frac{v_H^2}{2g} + Z_H + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$\frac{P_L}{\gamma} + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 0 = 19.3775 + \frac{2.2^2}{2 \times 9.8} + 2.7 + 2.0554$$

$$\frac{P_L}{\gamma} = 24.1329m$$

La presión en el nodo M:

$$\frac{P_L}{\gamma} + \frac{v_L^2}{2g} + Z_L = \frac{P_M}{\gamma} + \frac{v_M^2}{2g} + Z_M + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$24.1329 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_M}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 + 1.34951$$

$$\frac{P_M}{\gamma} = 22.7834m$$

La presión en el nodo N:

$$\frac{P_M}{\gamma} + \frac{v_M^2}{2g} + Z_M = \frac{P_N}{\gamma} + \frac{v_N^2}{2g} + Z_N + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$22.7834 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_N}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.0811$$

$$\frac{P_N}{\gamma} = 22.7023m$$

La presión en el nodo INOD-N:

$$\frac{P_N}{\gamma} + \frac{v_N^2}{2g} + Z_N = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{v_{INOD}^2}{2g} + Z_{INOD} + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$22.7023 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_{INOD}}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0.2 + 0.02079$$

$$\frac{P_{INOD}}{\gamma} = 0.02079m$$

La presión en el nodo O:

$$\frac{P_M}{\gamma} + \frac{v_M^2}{2g} + Z_M = \frac{P_O}{\gamma} + \frac{v_O^2}{2g} + Z_O + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$22.7834 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_o}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.15002$$

$$\frac{P_o}{\gamma} = 22.6334m$$

La presión en el nodo GRIFO-O:

$$\frac{P_o}{\gamma} + \frac{v_o^2}{2g} + Z_o = \frac{P_{GRIFO}}{\gamma} + \frac{v_{GRIFO}^2}{2g} + Z_{GRIFO} + \sum \text{perdidas}$$

Reemplazando valores:

$$22.6334 + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 = \frac{P_{GRIFO}}{\gamma} + \frac{1.9^2}{2 \times 9.8} + 0 + 0.04248$$

$$\frac{P_{GRIFO}}{\gamma} = 22.3598m$$

3.2.3. Diseño de la red de agua potable

Las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares estarán de acuerdo con el área total del lote según la siguiente Tabla 05.

El área de terreno en estudio es de 140m², por el cual según la norma IS.010 consideramos una dotación de 1500L/d.

Cálculo de la dotación

El volumen total de almacenamiento para una vivienda unifamiliar con un sistema indirecto (cisterna + tanque elevado), se calcula según la siguiente fórmula:

$$V_c = 3/4 \times \text{Consumo Diario}$$

$$V_{te} = 1/3 \times \text{Consumo diario}$$

Calculo de los volúmenes de la cisterna y tanque elevado

Volumen de cisterna (Vc)

$$V_c = \frac{3}{4} \times \text{Consumo Diario}$$

$$V_c = \frac{3}{4} \times 1500$$

$$V_c = 1125 \text{ litros}$$

Caudal de llenado

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{V_c}{T_{\text{llenado}} \times 3600}$$

$$T_{\text{llenado}} = 2 \text{ horas}$$

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{1125}{2 \times 3600}$$

$$Q_{\text{llenado}} = 0.156 \text{ lps}$$

Diámetro de rebose de la cisterna

Con un Volumen de Cisterna de **1125L** según la Tabla 08, nuestro diámetro de rebose es: Ø50mm (2")

Dimensiones de la cisterna

$$V_C = b \times H_U$$

$$V_C = A \times L \times H_U$$

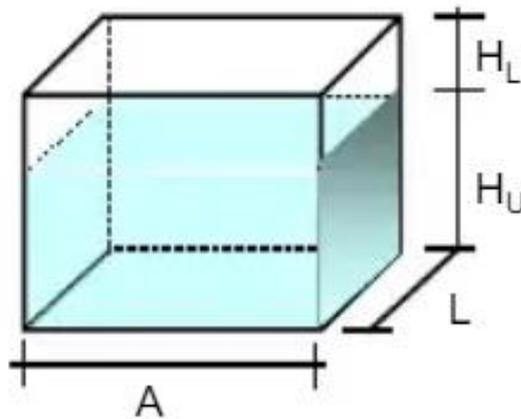
H_U = Altura Util

H_L = Altura Libre

b = Area de la Base

A = Ancho de la Base

L = Largo de la Base



Asumiendo una altura de $H_U = 1m$

$$b = A \times L = \frac{L^2}{2}$$

$$\frac{L^2}{2} = \frac{V_C}{H_U}$$

$$L = \sqrt{\frac{2 \times V_C}{H_U}}$$

$$L = \sqrt{\frac{2 \times 1.125m^3}{1m}}$$

$L = 1.5m$ y $A = 0.75m$

$$V_C = A \times L \times H_U$$

$$V_C = 0.75 \times 1.5 \times 1$$

$$V_C = 1.125m^3$$

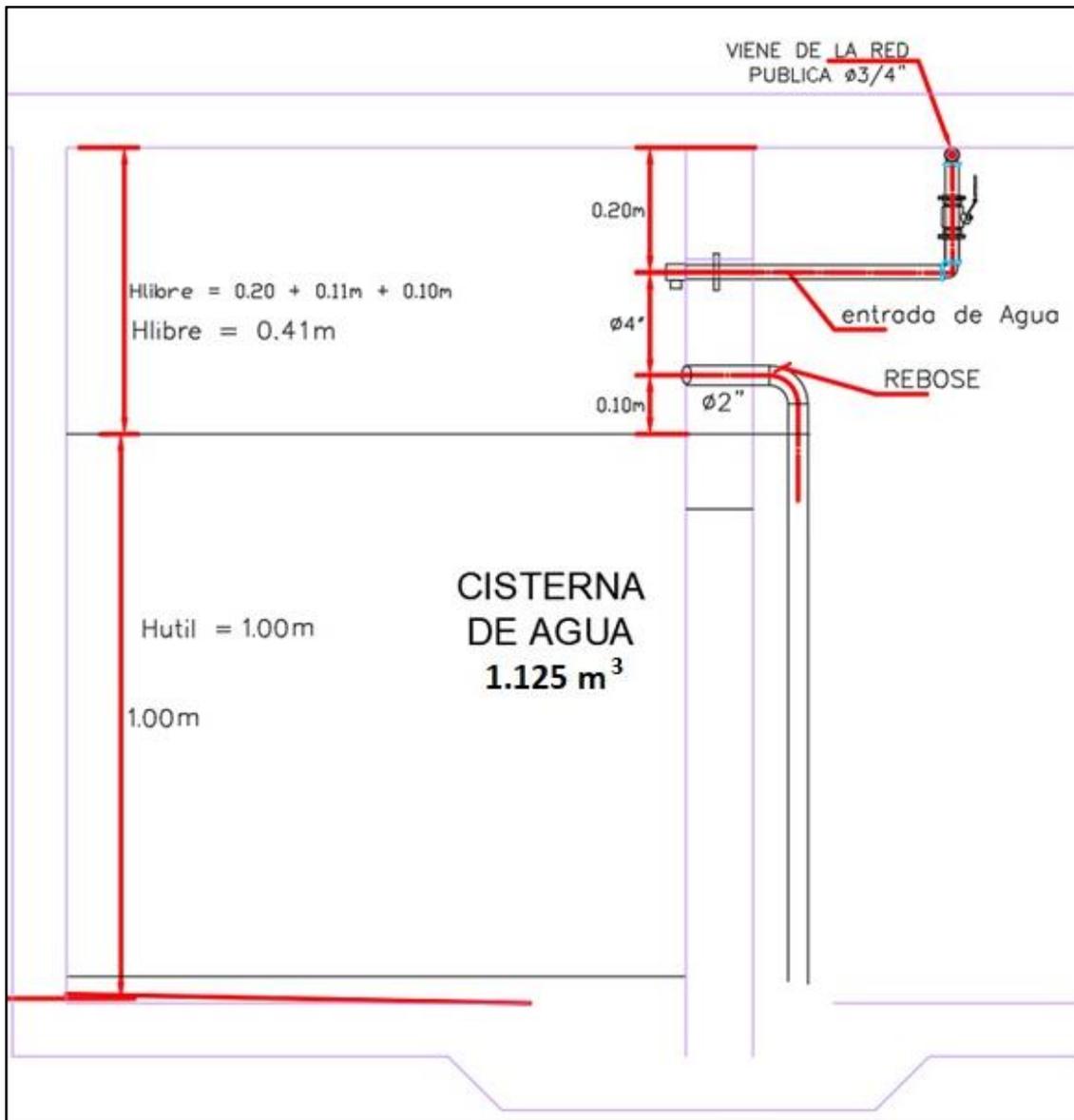


Figura 36. Vista Lateral de la Cisterna de Agua Potable

Fuente: elaboración propia

Caudal de máxima demanda simultánea (Qmds)

Según la Tabla 06 tenemos un total de Demanda de Agua Potable de 30 UH, lo cual en la Tabla de Gastos por el método de hunter nos equivale un gasto de 0.75 lps

$$Q_{mds} = 0.75 \text{ lps}$$

Caudal del bombeo (QB)

$$Q_B = Q_{MDS} + \frac{V_{TE}}{T_{LLENADO}}$$

Dónde:

Tiempo de Llenado = 2 hr

Volumen Tanque elevado = 1/3 Consumo Diario

$$V_{TE} = \frac{1}{3} \times 1500 = 500 \text{ lts}$$

$$Q_B = Q_{MDS} + \frac{V_{TE}}{T_{LLENADO}}$$

$$Q_B = 0.75 + \frac{500}{2 \times 3600}$$

$$Q_B = 0.82 \text{ lps}$$

Diámetro de impulsión y succión

Según el $Q_B = 0.82 \text{ lps}$ tenemos:

$\emptyset_{impulsion} = 25\text{mm o } 1''$

$\emptyset_{succion} = 32\text{mm o } 1 \frac{1}{4}''$ (se escoge el inmediato superior)

Cálculo del equipo de bombeo

Potencia de bombeo

$$Pot = \frac{Q \times Hdt}{75\eta}$$

Dónde:

Q = Caudal de bombeo

Hdt = Altura dinámica total

η = Eficiencia de la bomba (asumir 0.6)

Altura dinámica total

$$Hdt = hs + ht + hfs + hfd + Pmin$$

Dónde:

hs = Altura de la Cisterna

ht = Altura del edificio

hfs = Altura de elevación del Tanque Elevado

hfd = Perdida por fricción en tuberías

Pmin = Presión de salida del tanque elevado de 2m

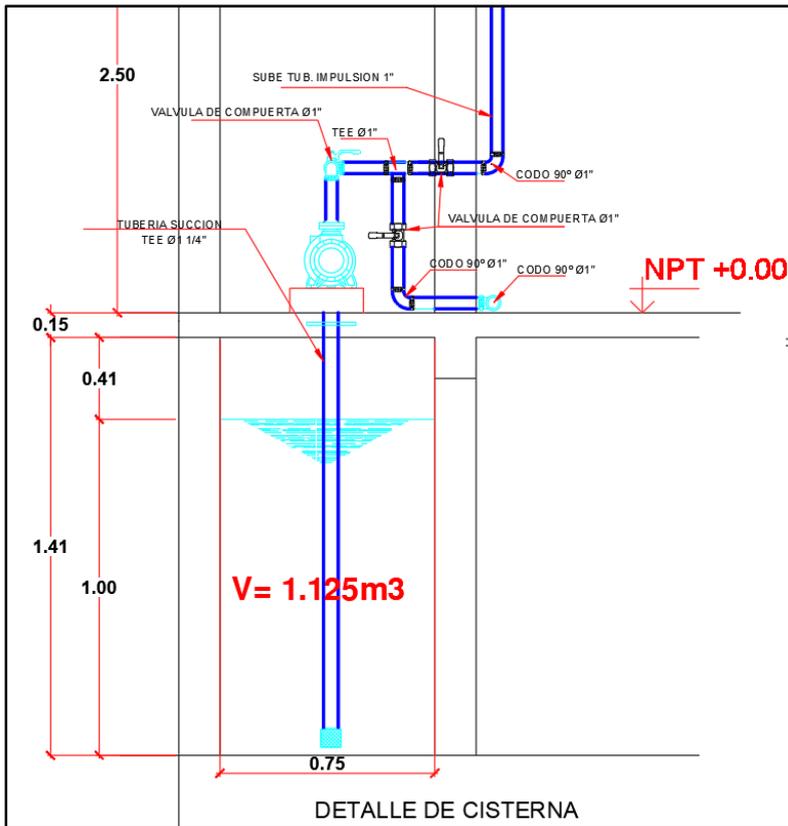


Figura 37. Vista Frontal de la Bomba de la Cisterna de Agua Potable
 Fuente: elaboración propia

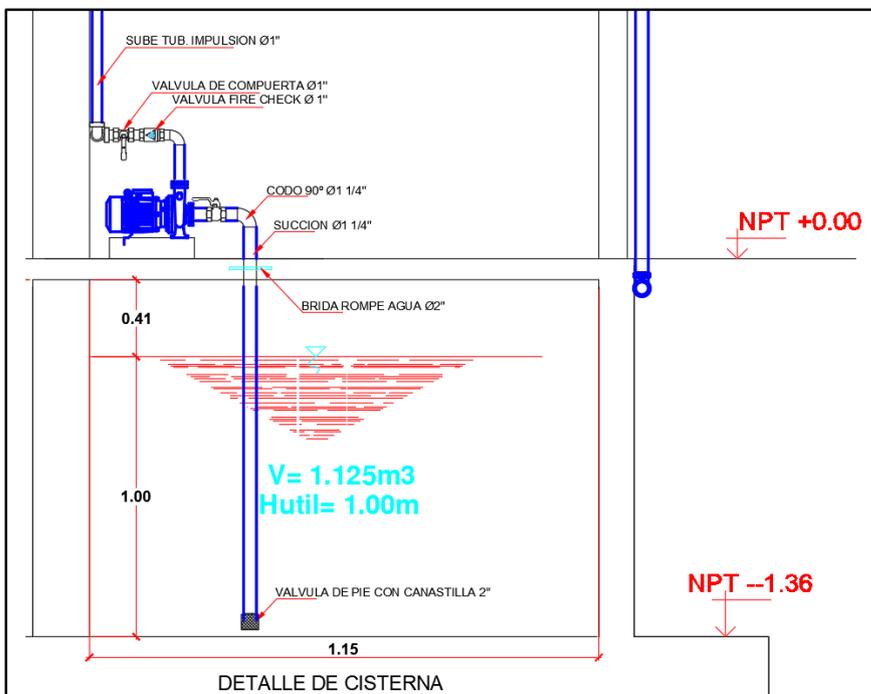


Figura 38. Vista Lateral de la Bomba de la Cisterna de Agua Potable
 Fuente: elaboración propia

Perdida de carga por Impulsión

Tabla.24 Cálculo de las Pérdidas de Carga en la Impulsión

PERDIDA DE CARGAS POR IMPULSIÓN	$K = f_r \times L_{eq}/D$			$L_{eq} = K \times D/f_r$			Leq total (m)
DESCRIPCIÓN	Diametro (m)	Leq/D	fr	K	Leq (m)	cantidad	
codo 90	0,032	30	0,023	0,69	0,96	4	3,84
valvula compuerta	0,032	8	0,023	0,184	0,256	1	0,26
valvula check	0,032	100	0,023	2,3	3,2	1	3,20
Tee	0,032	60	0,023	1,38	1,92	1	1,92
Longitud real (m)	14					TOTAL DE Long. Equivalente	9,22

$S \quad S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$	0,037 m/m
C (coeficiente de rugosidad)	150
Q (caudal)	0,82 l/s
D (diametro de la tubería)	0,032 m
Hfs $hfs = S \times (L_{eq} + L_{real})$	0,852 m

Fuente: elaboración propia

Perdida de carga por Succión

Tabla.25 Cálculo de las Pérdidas de Carga en la Succión

PERDIDA DE CARGAS POR SUCCIÓN	$K = f_r \times L_{eq}/D$			$L_{eq} = K \times D/f_r$			Leq total (m)
DESCRIPCIÓN	Diametro (m)	Leq/D	fr	K	Leq (m)	cantidad	
codo 90	0,04	30	0,022	0,66	1,2	1	1,20
valvula de pie	0,04	420	0,022	9,24	16,8	1	16,80
valvula check	0,04	100	0,022	2,2	4	0	0,00
Tee	0,04	60	0,022	1,32	2,4	0	0,00
Longitud real (m)	2					TOTAL DE Long. Equivalente	18,00

$S \quad S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$	0,012 m/m
C (coeficiente de rugosidad)	150
Q (caudal)	0,82 l/s
D (diametro de la tubería)	0,04 m
Hfs $hfs = S \times (L_{eq} + L_{real})$	0,248 m

Fuente: elaboración propia

Se tiene que el: $H_{fs} = H_{fs \text{ succion}} + H_{fs \text{ impulsion}}$

$$\rightarrow H_{fs} = 0.248 + 0.852 = 1.1m$$

Seguidamente se procede calcular la potencia de la bomba, para lo cual tenemos los siguientes datos:

Hs = 1.41m Altura de Cisterna

Ht = 10.70m Altura del Edificio

Hfs = 1.05m Altura de Elevación del Tanque elevado

Hfd = 1.1m Perdida de fricción en tuberías

P Min = 2.00m Presión de salida del tanque elevado de 2m

$$Hdt = hs + ht + hfs + hfd + Pmin$$

$$Hdt = 1.41 + 10.7 + 1.05 + 1.1 + 2$$

$$Hdt = 16.26m$$

$$Pot = \frac{Q \times Hdt}{75\eta}$$

$$Pot = \frac{0.82 \times 16.26}{75 \times 0.6}$$

$$Pot = 0.296HP$$

Se diseñará con una bomba de 0.5 HP

Volumen del Tanque Elevado (TE)

$$V_{TE} = \frac{1}{3} \times \text{Consumo Diario}$$

$$V_{TE} = \frac{1}{3} \times 1500$$

$$V_{TE} = 500 \text{ lts}$$

Cálculo de Subramales, Ramales y Alimentación

Para el cálculo de los sub ramales, ramales y tuberías de alimentación se tendrá en cuenta:

Velocidad

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

Dónde:

V = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m³/s)

A = Area (m²)

Pérdida de Carga

$$h_f = S \times L_{equiv}$$

$$S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/s)

C = coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = diámetro interno de la tubería (m)

L = longitud de la tubería (m)

Hf = pérdida de carga o de energía (m)

S = pendiente (pérdida de carga por unidad de longitud del conducto (m/m))

Valores de C según el tipo de tubería:

- 90 para tubos de acero soldado
- 100 para tubos de hierro fundido
- 150 para tubos de PVC
- 128 para tubos de fibrocemento
- 140 para tubos de polietileno (PPR)

Cálculo de la red – Azotea

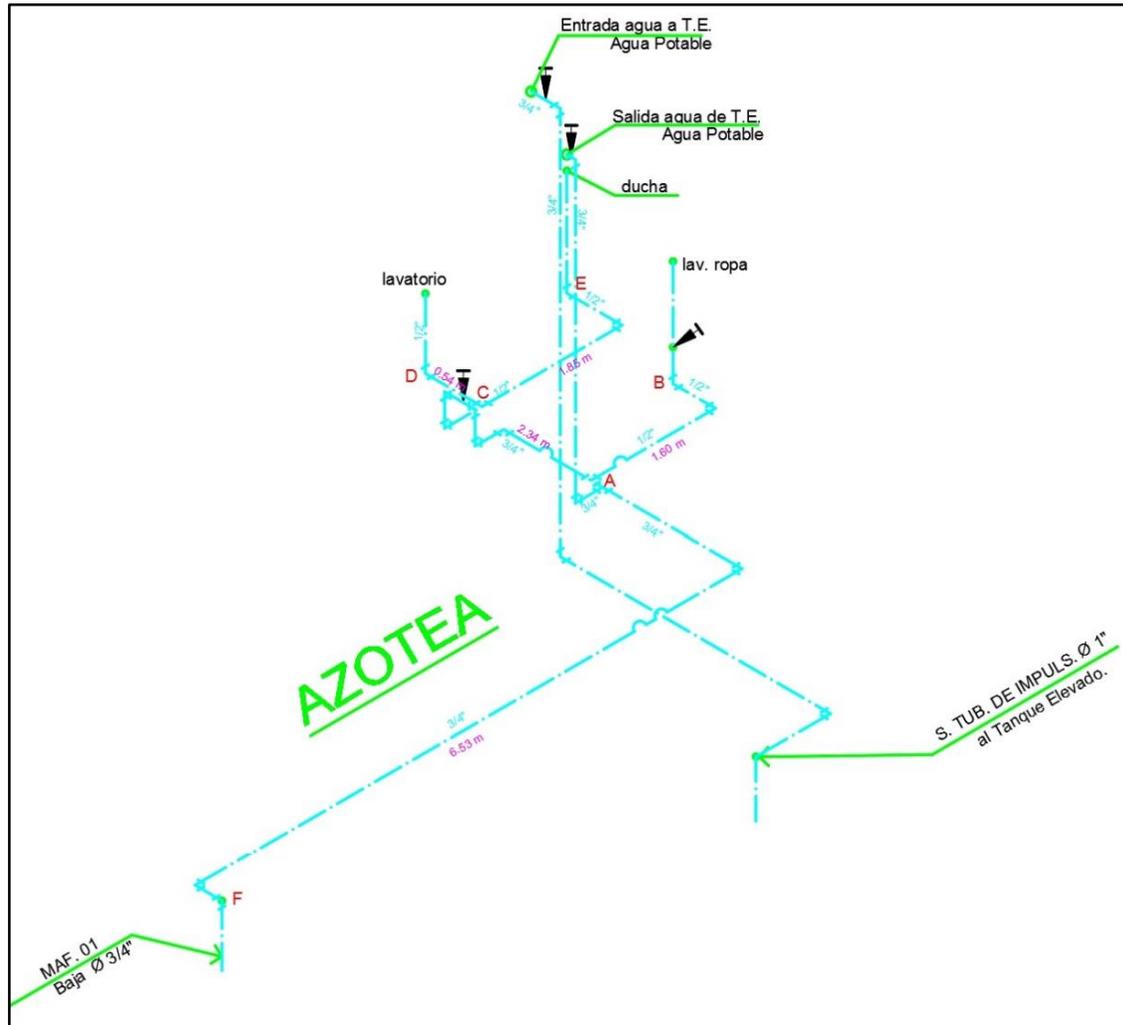


Figura 39. Vista Isométrico de la Red de Agua en la Azotea

Fuente: elaboración propia

Tabla.26 Cálculo de las presiones en la Azotea

Azotea - I.S. Agua Potable																				
Tramo	UH	Q	D	V	V	Codo		TEE		Valv. Comp.		Valv. Check		L	L	NPT	Smax	Hf	Presion	Nodo
		(l/s)	(pulg)	(m/s)	max	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	tramo	equiv.		(m/m)	m	(m)	
Ducha- E	2	0.08	1/2	0.63	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	2	3.2	2	0.05045	0.16142	2.7387	DUCHA
E-C	2	0.08	1/2	0.63	1.9	1	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	1.85	3.65	0	0.05045	0.18412	4.9001	E
C-D	1	0.04	1/2	0.32	1.9	0	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.54	0.54	0	0.01399	0.00756	5.0767	D
Lavatorio- D	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	4.4515	LAV MANO
A-C	3	0.12	1/2	0.95	1.9	4	0.6	1	1.2	1	0.16	0	2	2.34	6.1	0	0.10680	0.65151	5.0842	C
A-B	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.6	2.2	0	0.10680	0.23497	5.5008	B
B-Lav. Ropa	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	1.1	2.46	1.1	0.10680	0.26274	4.1380	LAV ROPA
A-F	31.5	0.78	1	2.74	2.2	3	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	6.53	8.93	0	0.11690	1.04392	6.7797	F
A-T.E.	25.5	0.655	1 1/4	2.30	2.2	2	0.8	0	1.5	1	0.2	1	2.5	3.95	8.25	3.5	0.02857	0.23574	5.7357	A

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la Red – Tercer piso

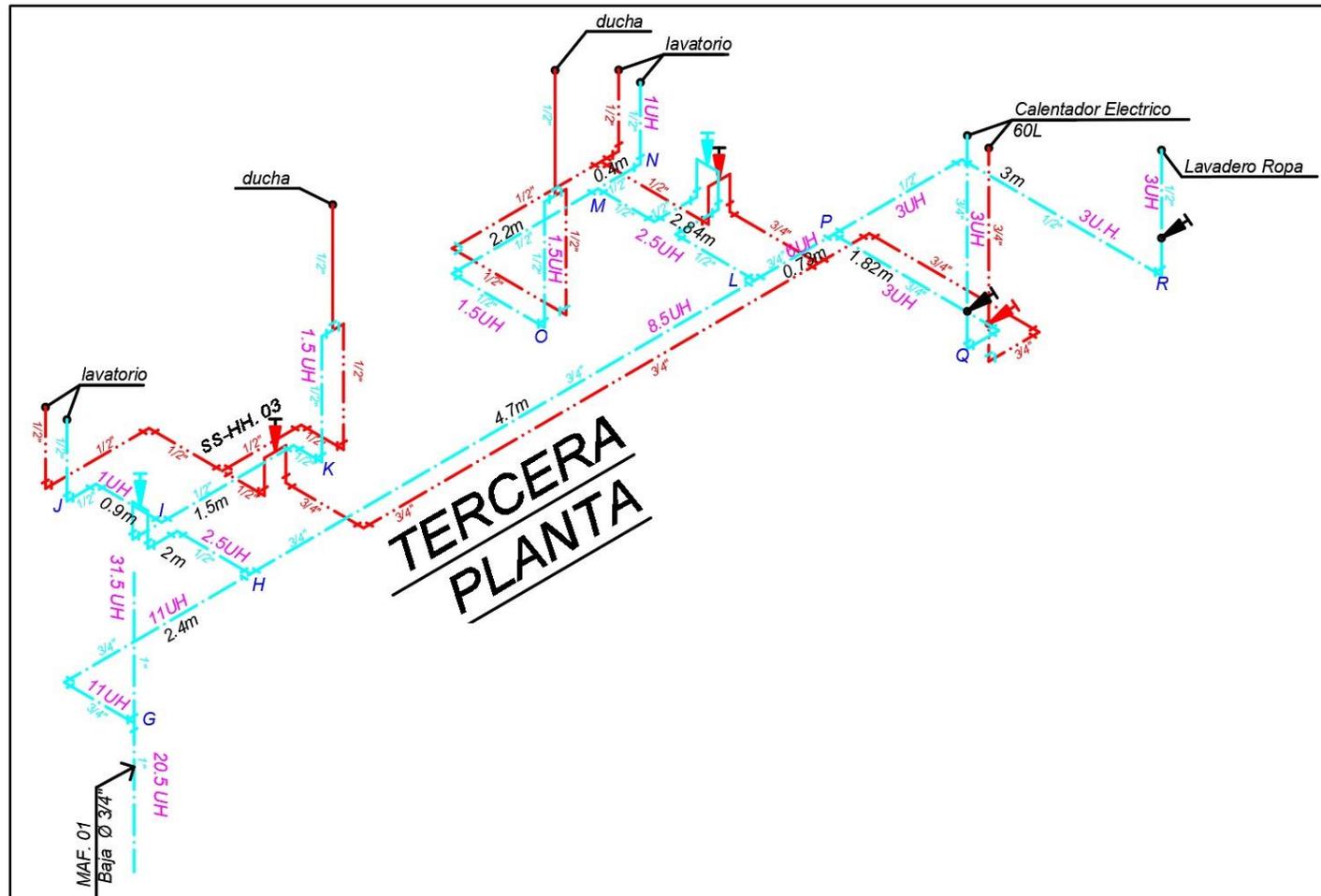


Figura 40. Vista Isométrico de la Red de Agua en el Tercer piso

Fuente: elaboración propia

Tabla.27 Cálculo de las presiones en el Tercer Piso

Tercer Piso - I.S. Agua Potable																				
Tramo	UH	Q	D	V	V	Codo		TEE		Valv. Comp.		Valv. Check		L	L	NPT	Smax	Hf	Presion	Nodo
		(l/s)	(pulg)	(m/s)	max	Nº	L.E.	Nº	L.E.	Nº	L.E.	Nº	L.E.	tramo	equiv.		(m/m)	m	(m)	
R-Lav Ropa	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.1	2.3	1.1	0.10680	0.24565	7.0649	LAV. ROPA
P-R	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	3	4.8	0	0.10680	0.51266	8.4106	R
Q-C.E.	3	0.12	3/4	0.42	2.2	2	0.8	0	1.5	1	0.2	0	2.5	1.5	3.2	1.5	0.01485	0.04753	7.3375	C.E. -Q
P-Q	3	0.12	3/4	0.42	2.2	1	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	1.82	2.57	0	0.01485	0.03817	8.8851	Q
L-P	6	0.25	3/4	0.88	1.9	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	0.73	2.23	0	0.05775	0.12877	8.9232	P
O-Ducha	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.02963	0.06518	7.4923	DUCHA - O
M-O	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	2.2	2.8	0	0.02963	0.08295	8.5574	O
N-Lavatorio	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	7.9928	LAVAT. N
M-N	1	0.04	1/2	0.32	1.9	0	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.4	1.6	0	0.01399	0.02239	8.6180	N
L-M	2.5	0.1	1/2	0.79	1.9	4	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	2.84	5.4	0	0.07623	0.41162	8.6404	M
H-L	8.5	0.305	3/4	1.07	2.2	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	4.7	6.2	0	0.08342	0.51722	9.0520	L
J-Lavatorio	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	8.5129	LAVAT. J
I-J	1	0.04	1/2	0.32	1.9	1	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.9	2.7	0	0.01399	0.03778	9.1381	J
K-Ducha	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.02963	0.06518	8.0485	DUCHA-K
I-K	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.5	2.1	0	0.02963	0.06222	9.1137	K
H-I	2.5	0.1	1/2	0.79	1.9	5	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	2	5.16	0	0.07623	0.39333	9.1759	I
G-H	11	0.365	3/4	1.28	2.2	1	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	2.4	3.15	0	0.11630	0.36634	9.5692	H
F-G	31.5	0.78	1	1.54	2.48	0	1.0	1	1.2	0	0.256	0	3.2	2.7	3.9	2.7	0.11690	0.45591	9.93557	G

Fuente: elaboración propia

Calculo de la red – Segundo piso

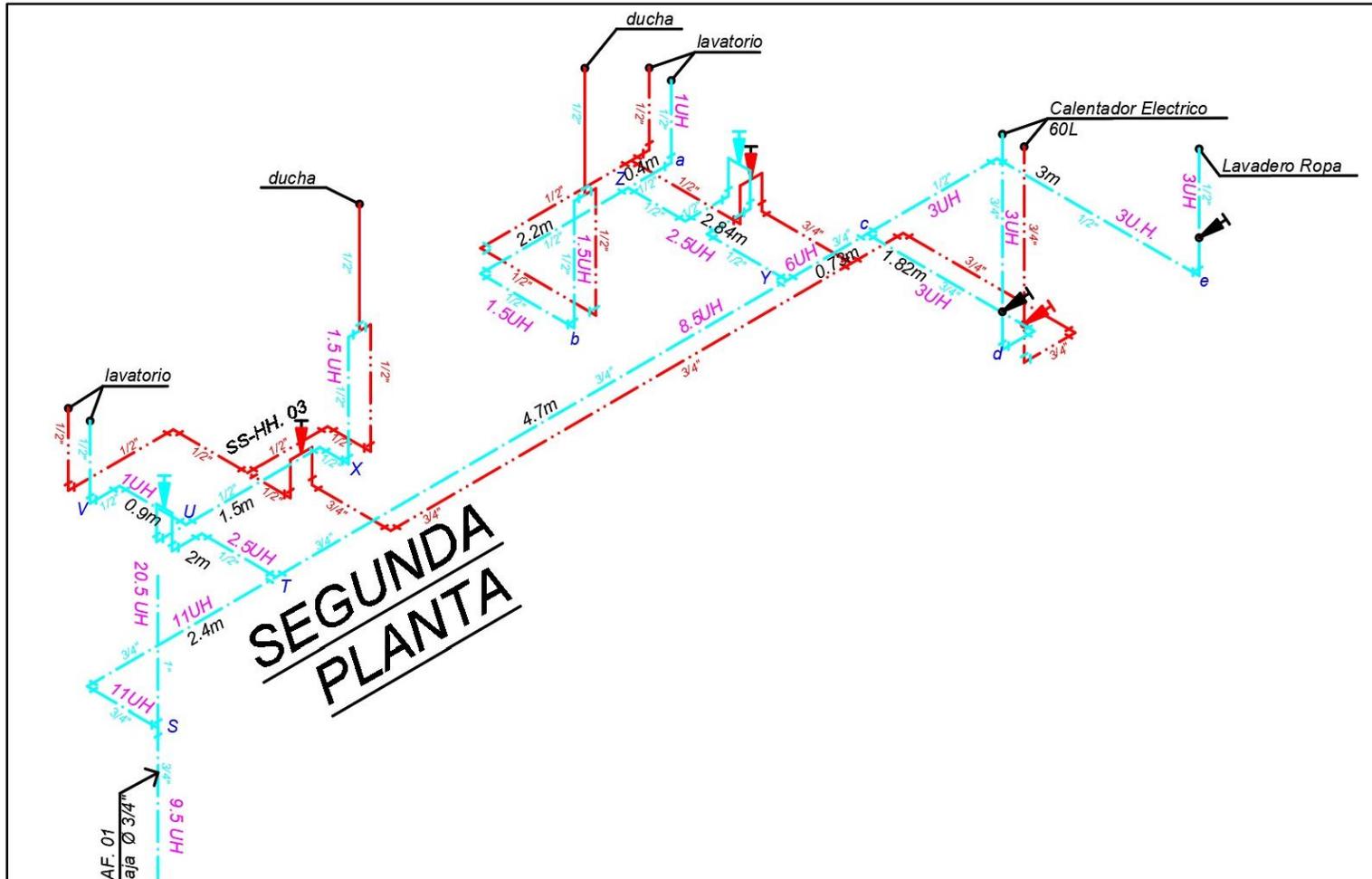


Figura 41. Vista Isométrico de la Red de Agua en el Segundo piso

Fuente: elaboración propia

Tabla.28 Cálculo de las presiones en el Segundo Piso

Segundo Piso - I.S. Agua Potable																				
Tramo	UH	Q	D	V	V	Codo		TEE		Valv. Comp.		Valv. Check		L	L	NPT	Smax	Hf	Presion	Nodo
		(l/s)	(pulg)	(m/s)	max	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	tramo	equiv.		(m/m)	m	(m)	
e-Lav Ropa	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.1	2.3	1.1	0.10680	0.24565	9.8545	LAV. ROPA
c-e	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	3	4.8	0	0.10680	0.51266	11.2001	e
d-C.E.	3	0.12	3/4	0.42	2.2	2	0.8	0	1.5	1	0.2	0	2.5	1.5	3.2	1.5	0.01485	0.04753	10.1271	C.E. -d
c-d	3	0.12	3/4	0.42	2.2	1	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	1.82	2.57	0	0.01485	0.03817	11.6746	d
Y-c	6	0.25	3/4	0.88	1.9	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	0.73	2.23	0	0.05775	0.12877	11.7128	c
b-Ducha	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.02963	0.06518	10.2818	DUCHA - b
Z-b	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	2.2	2.8	0	0.02963	0.08295	11.3470	b
a-Lavatorio	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	10.7824	LAVAT - a
Z-a	1	0.04	1/2	0.32	1.9	0	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.4	1.6	0	0.01399	0.02239	11.4076	a
Y-Z	2.5	0.1	1/2	0.79	1.9	4	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	2.84	5.4	0	0.07623	0.41162	11.4300	Z
T-Y	8.5	0.305	3/4	1.07	2.2	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	4.7	6.2	0	0.08342	0.51722	11.8416	Y
V-Lavatorio	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	11.3025	LAVAT. V
U-V	1	0.04	1/2	0.32	1.9	1	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.9	2.7	0	0.01399	0.03778	11.9277	V
X-Ducha	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.02963	0.06518	10.8381	DUCHA-X
U-X	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.5	2.1	0	0.02963	0.06222	11.9033	X
T-U	2.5	0.1	1/2	0.79	1.9	5	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	2	5.16	0	0.07623	0.39333	11.9655	U
S-T	11	0.365	3/4	1.28	2.2	1	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	2.4	3.15	0	0.11630	0.36634	12.3588	T
G-S	31.5	0.78	1	1.54	2.48	0	1.0	1	1.2	0	0.256	0	3.2	2.7	3.9	2.7	0.11690	0.45591	12.72514	S

Fuente: elaboración propia

Calculo de la red – Primer piso

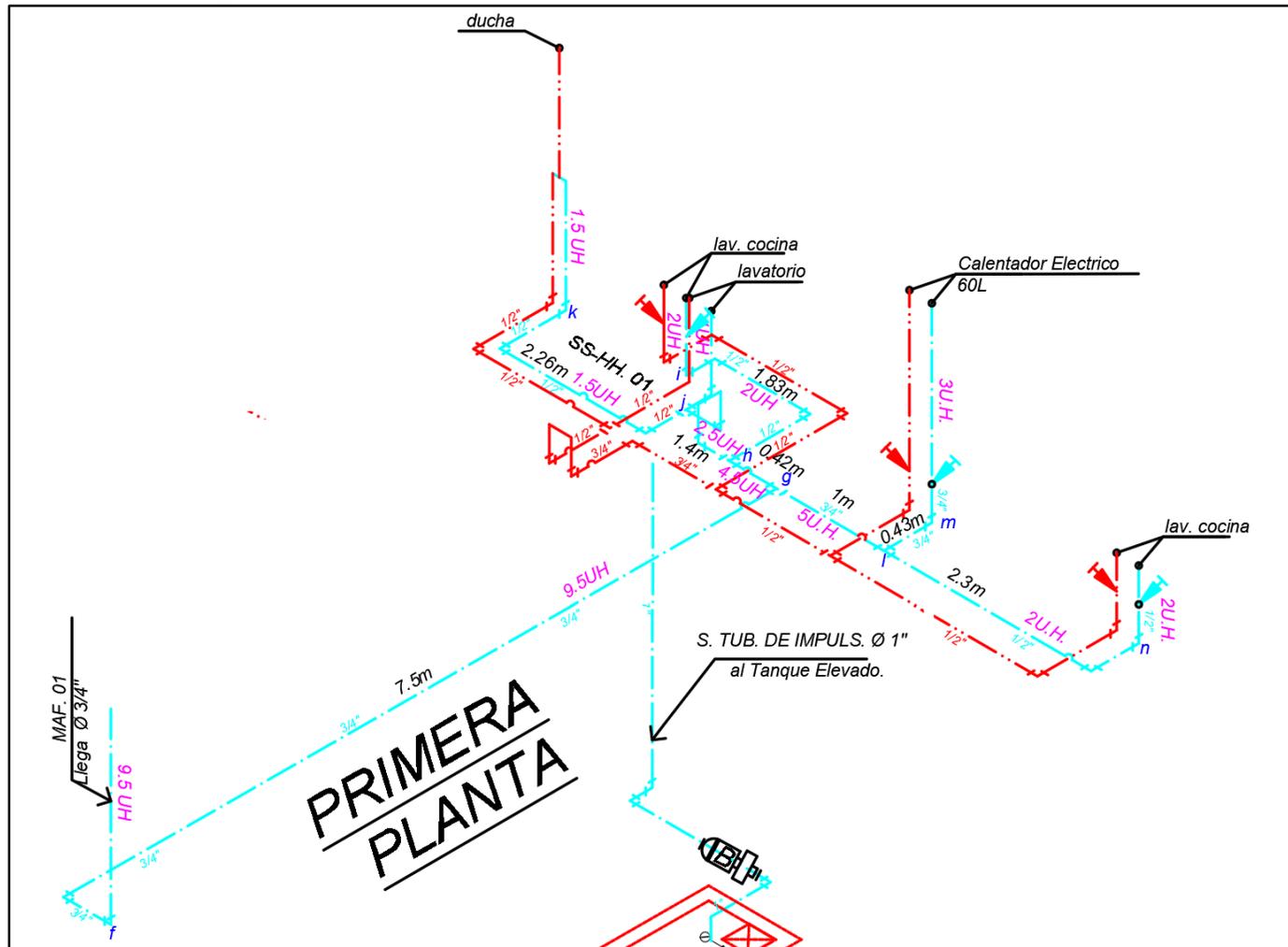


Figura 42. Vista Isométrico de la Red de Agua en el Segundo piso

Fuente: elaboración propia

Tabla.29 Cálculo de las presiones en el Primer piso

Primer Piso - I.S. Agua Potable																				
Tramo	UH	Caudal	D	V	V	Codo		TEE		Valv. Comp.		Valv. Check		L	L	NPT	Smax	Hf	Presion	Nodo
		(l/s)	(pulg)	(m/s)	max	Nº	L.E.	Nº	L.E.	Nº	L.E.	Nº	L.E.	tramo	equiv.		(m/m)	m	(m)	
S-f	9.5	0.33	3/4	1.16	2.2	1	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	2.7	3.45	2.7	0.09651	0.33297	15.7581	f
f-g	9.5	0.33	3/4	1.16	2.2	1	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	7.5	9.75	0	0.09651	0.94099	14.8171	g
g-h	4.5	0.12	1/2	0.95	1.9	0	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.42	1.62	0	0.10680	0.17302	14.6441	h
h-i	2	0.08	1/2	0.63	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.83	3.03	0	0.05045	0.15285	14.4912	i
i-lav cocina	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	0.65	2.01	0.65	0.01399	0.02813	13.8131	lav cocina - i
h-j	2.5	0.1	1/2	0.79	1.9	4	0.6	1	1.2	1	0.16	0	2	1.4	5.16	0	0.07623	0.39333	14.2508	j
j-k	1,5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.5	0	0.16	0	2	2.26	3.46	0	0.02963	0.10251	14.1483	k
k-Ducha	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.02963	0.06518	13.0831	ducha - k
j-Lavatorio	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.85	2.05	0.6	0.01399	0.02869	13.6221	lav - j
g-l	5	0.23	3/4	0.81	2.2	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	1	2.5	0	0.04949	0.12373	14.6934	l
l-m	3	0.12	3/4	0.42	2.2	0	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	0.43	0.43	0	0.01485	0.00639	14.6870	m
m-C.E.	3	0.12	3/4	0.42	2.2	2	0.8	0	1.5	1	0.2	0	2.5	1.5	3.2	1.5	0.01485	0.04753	13.1395	C.E. - m
l-n	2	0.08	1/2	0.63	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	2.3	2.9	0	0.05045	0.14629	14.5471	n
n-lav cocina	2	0.08	1/2	0.63	1.9	2	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	0.65	2.01	0.65	0.05045	0.10139	13.7957	lav cocina - n

Fuente: elaboración propia

3.2.4. Diseño de la red de agua potable sin reutilización de aguas grises

Calculo de los volúmenes de la cisterna y tanque elevado

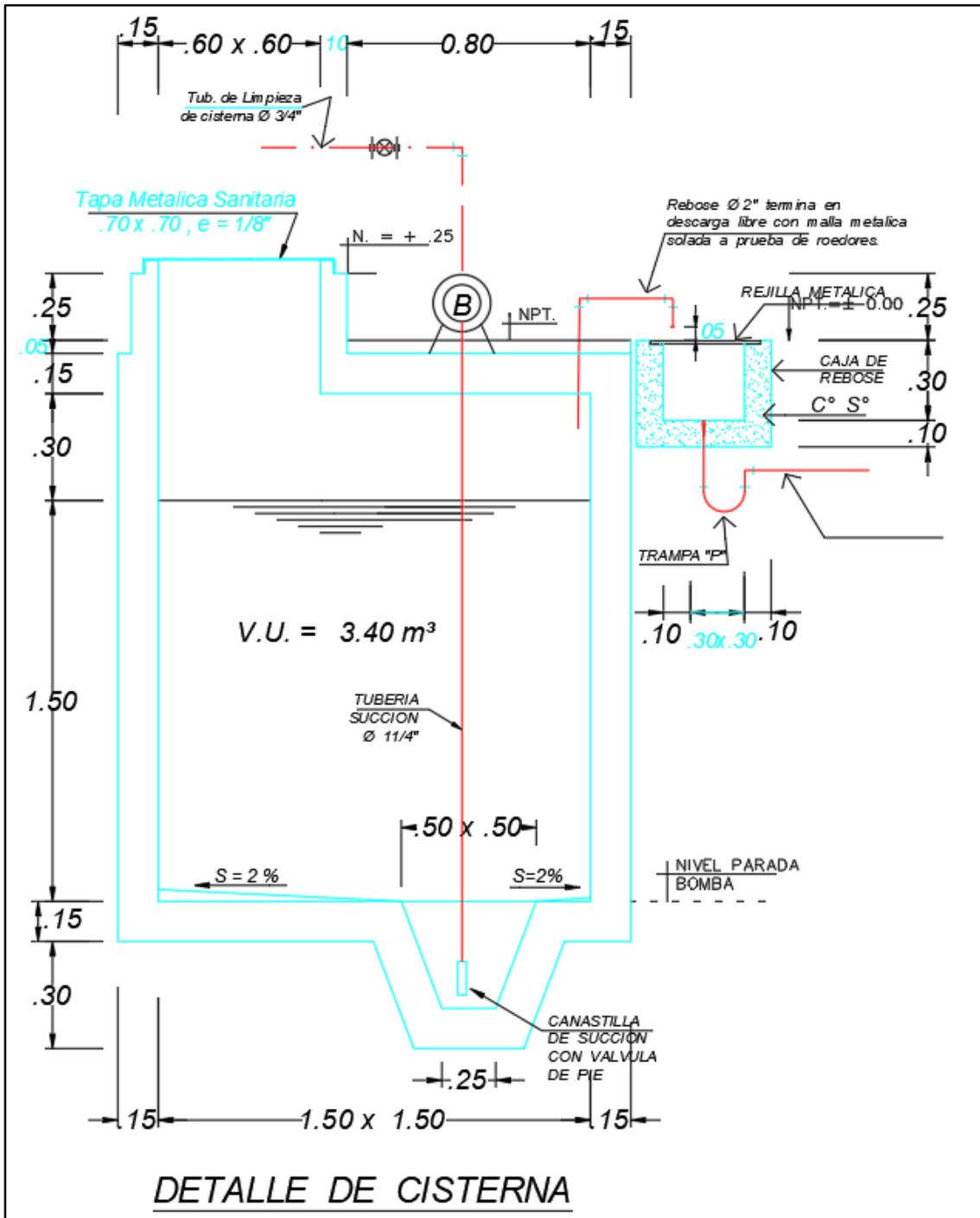


Figura 43. Vista Frontal de la Cisterna de Agua Potable

Fuente: elaboración propia

Volumen de cisterna (V_C)

$$V_C = 3400 \text{ litros}$$

Caudal de llenado

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{V_C}{T_{\text{llenado}} \times 3600}$$

$$T_{\text{llenado}} = 2 \text{ horas}$$

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{3400}{2 \times 3600}$$

$$Q_{\text{llenado}} = 0.47 \text{ lps}$$

Diametro de Rebose de la Cisterna

Según la Tabla 08 para un Volumen de Cisterna de **3600** litros nuestro diámetro de rebose es: Ø50mm (2")

Dimensiones de la Cisterna

$$V_C = A \times L \times H_U$$

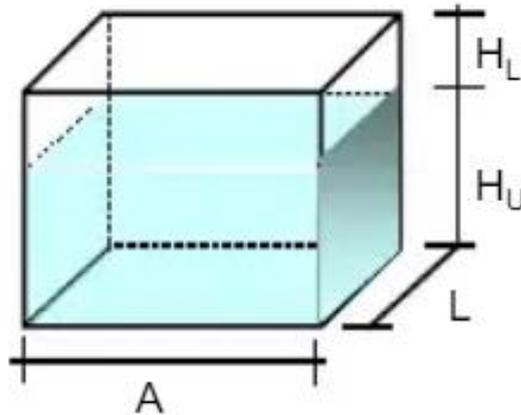
$$H_U = \text{Altura Util}$$

$$H_L = \text{Altura Libre}$$

$$b = \text{Area de la Base}$$

$$A = \text{Ancho de la Base}$$

$$L = \text{Largo de la Base}$$



$$H_U = 1.5m$$

$$L = 1.5m$$

$$A = 1.5m$$

$$H_L = 0.3$$

Caudal de Máxima Demanda Simultanea (Qmds)

Tabla.30 Cálculo de las unidades de gasto de la demanda de agua potable

Aparato Sanitario	Piso 1			Piso 2			Piso 3			Azotea			Total
	UH	Cant.	Total										
Inodoro	3	1	3	3	2	6	3	2	6	3	1	3	18
Grifo de Riego	3	1	3	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3
Lavatorio	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	6
Lav. Cocina	2	2	4	2	0	0	2	0	0	3	0	0	4
Lav. Ropa	3	0	0	3	1	3	3	1	3	3	1	3	9
Ducha	1.5	1	1.5	1.5	2	3	1.5	2	3	2	1	2	9.5
TOTAL												49.5	

Fuente: elaboración propia

Según la tabla de Hunter para 49.5 UH el Qmds = 1.12 lps

Caudal del bombeo (QB)

$$Q_B = Q_{MDS} + \frac{V_{TE}}{T_{LLENADO}}$$

Dónde:

Tiempo de Llenado = 2 hr

Volumen Tanque elevado = 1000 lts

$$Q_B = Q_{MDS} + \frac{V_{TE}}{T_{LLENADO}}$$

$$Q_B = 1.12 + \frac{1000}{2 \times 3600}$$

$$Q_B = 1.26 \text{ lps}$$

Diametro de Impulsión y Succión

Según el $Q_B = 1.26 \text{ lps}$ tenemos:

$\emptyset_{impulsion} = 32\text{mm o } 1 \frac{1}{4} \text{ ''}$

$\emptyset_{succion} = 40\text{mm o } 1 \frac{1}{2} \text{ ''}$ (se escoge el inmediato superior)

Cálculo del Equipo de Bombeo

Potencia de bombeo

$$Pot = \frac{Q \times Hdt}{75\eta}$$

Dónde:

Q = Caudal de bombeo

Hdt = Altura dinámica total

η = Eficiencia de la bomba (asumir 0.6)

Altura Dinámica total

$$Hdt = hs + ht + hfs + hfd + Pmin$$

Dónde:

hs = Altura de la Cisterna

ht = Altura del edificio

hfs = Altura de elevación del Tanque Elevado

hfd = Perdida por fricción en tuberías

Pmin = Presión de salida del tanque elevado de 2m

Perdida de Carga por Impulsión

Tabla.31 *Perdidas de Carga por Impulsión*

PERDIDA DE CARGAS POR IMPULSIÓN	$K = f_r \times L_{eq}/D$			$L_{eq} = K \times D/f_r$			Leq total (m)	
	DESCRIPCIÓN	Diametro (m)	Leq/D	fr	K	Leq (m)		cantidad
codo 90	0.032	30	0.023	0.69	0.96	4	3.84	
valvula compuerta	0.032	8	0.023	0.184	0.256	1	0.26	
valvula check	0.032	100	0.023	2.3	3.2	1	3.20	
Tee	0.032	60	0.023	1.38	1.92	1	1.92	
Longitud real (m)	14					TOTAL DE Long. Equivalente		9.22

$S \quad S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$	0.081 m/m
C (coeficiente de rugosidad)	150
Q (caudal)	1.26 l/s
D (diametro de la tubería)	0.032 m
Hfs $hfs = S \times (L_{eq} + L_{real})$	1.885 m

Fuente: elaboración propia

Perdida de Carga por Succión

Tabla.32 *Perdidas de Carga por Succión*

PERDIDA DE CARGAS POR SUCCION	$K = f_r \times L_{eq}/D$			$L_{eq} = K \times D/f_r$			Leq total (m)	
	DESCRIPCION	Diametro (m)	Leq/D	fr	K	Leq (m)		cantidad
codo 90	0.04	30	0.022	0.66	1.2	1	1.20	
valvula de pie	0.04	420	0.022	9.24	16.8	1	16.80	
valvula check	0.04	100	0.022	2.2	4	0	0.00	
Tee	0.04	60	0.022	1.32	2.4	0	0.00	
Longitud real (m)	2					TOTAL DE Long. Equivalente		18.00

$S \quad S = \left(\frac{Q}{0.2787 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$	0.027 m/m
C (coeficiente de rugosidad)	150
Q (caudal)	1.26 l/s
D (diametro de la tubería)	0.04 m
Hfs $hfs = S \times (L_{eq} + L_{real})$	0.548 m

Fuente: elaboración propia

Entonces se tiene que el: $H_{fs} = H_{fs \text{ succion}} + H_{fs \text{ impulsion}}$

$$\rightarrow H_{fs} = 0.548 + 1.885 = 2.433m$$

Seguidamente se procede calcular la potencia de la bomba, para lo cual tenemos los siguientes datos:

Hs = 2.25m Altura de Cisterna

Ht = 10.70m Altura del Edificio

Hfs = 1.05m Altura de Elevación del Tanque elevado

Hfd = 2.433m Perdida de fricción en tuberías

P Min = 2.00m Presión de salida del tanque elevado de 2m

$$Hdt = hs + ht + hfs + hfd + Pmin$$

$$Hdt = 2.25 + 10.7 + 1.05 + 2.433 + 2$$

$$Hdt = 18.43m$$

$$Pot = \frac{Q \times Hdt}{75\eta}$$

$$Pot = \frac{1.26 \times 18.43}{75 \times 0.6}$$

$$Pot = 0.52 \text{ HP}$$

Se diseña con una bomba de 0.5 HP

Tanque Elevado

Se diseña un Tanque con capacidad a **1 100 Litros**.

Cálculo de la Red – Azotea

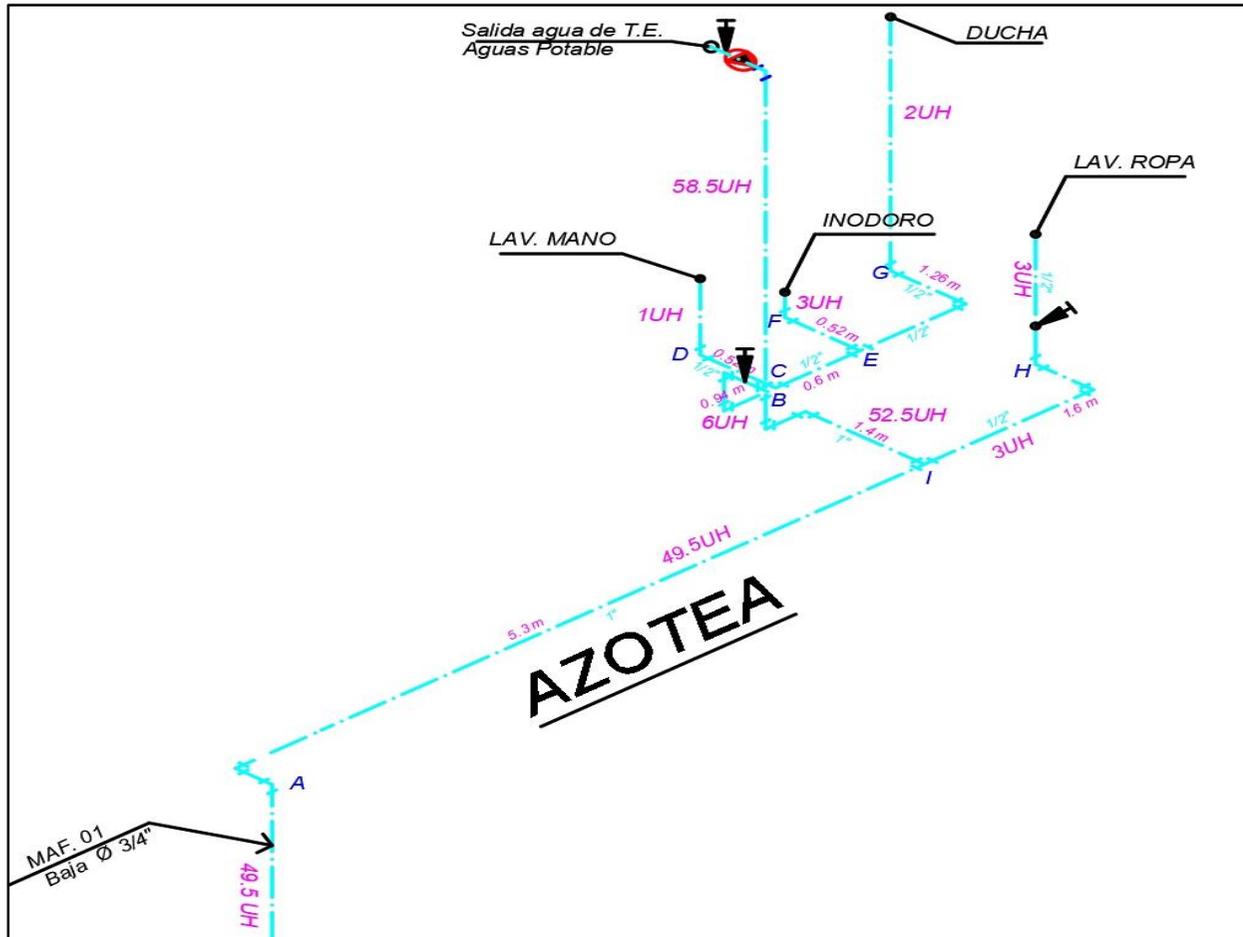


Figura 44. Vista Isométrico de la Red de Agua Potable en la Azotea

Fuente: elaboración propia

Tabla.33 Cálculo de la Red de Agua Potable en la Azotea

Azotea - I.S. Agua Potable																				
Tramo	UH	Caudal	D	V	V	Codo		TEE		Valv. Comp.		Valv. Check		L	L	NPT	Smax	Hf	Presion	Nodo
		(l/s)	(pulg)	(m/s)	max	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	tramo	equiv.		(m/m)	m	(m)	
Ducha- G	2	0.08	1/2	0.63	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	2	3.2	2	0.05045	0.16142	3.0974	DUCHA
G-E	2	0.08	1/2	0.63	1.9	1	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	1.26	3.06	0	0.05045	0.15436	5.2588	G
E-F	3	0.12	1/2	0.95	1.9	0	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.52	0.52	0	0.10680	0.05554	5.3576	F
F-Inodoro	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.2	1.4	0.2	0.10680	0.14953	5.0081	INODORO
E-C	5	0.23	1/2	1.82	1.9	0	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0	0.35588	0.64058	5.4132	E
C-D	1	0.04	1/2	0.32	1.9	0	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.52	0.52	0	0.01399	0.00728	6.0465	D
D-Lav Mano	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	5.4213	LAV MANO
C-B	6	0.25	1/2	1.97	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.94	2.14	0.3	0.41523	0.88860	6.0537	C
B-T.E.	58.5	1.232	1	2.43	2.48	1	1.0	1	1.9	1	0.256	1	3.2	3	9.336	2.7	0.27231	2.54233	7.2423	B
B-I	52.5	1.16	1	2.29	2.48	2	1.0	1	1.9	0	0.256	0	3.2	1.4	5.24	0.3	0.24361	1.27650	8.8188	I
I-H	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.6	2.2	0	0.10680	0.23497	8.5839	H
H-Lav. Ropa	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	1.1	2.46	1.1	0.10680	0.26274	7.2211	LAV ROPA
I-A	49.5	1.12	1	2.21	2.48	2	1.0	0	1.9	0	0.256	0	3.2	5.3	7.22	0	0.22829	1.64828	10.4671	A

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la Red – Tercer Piso

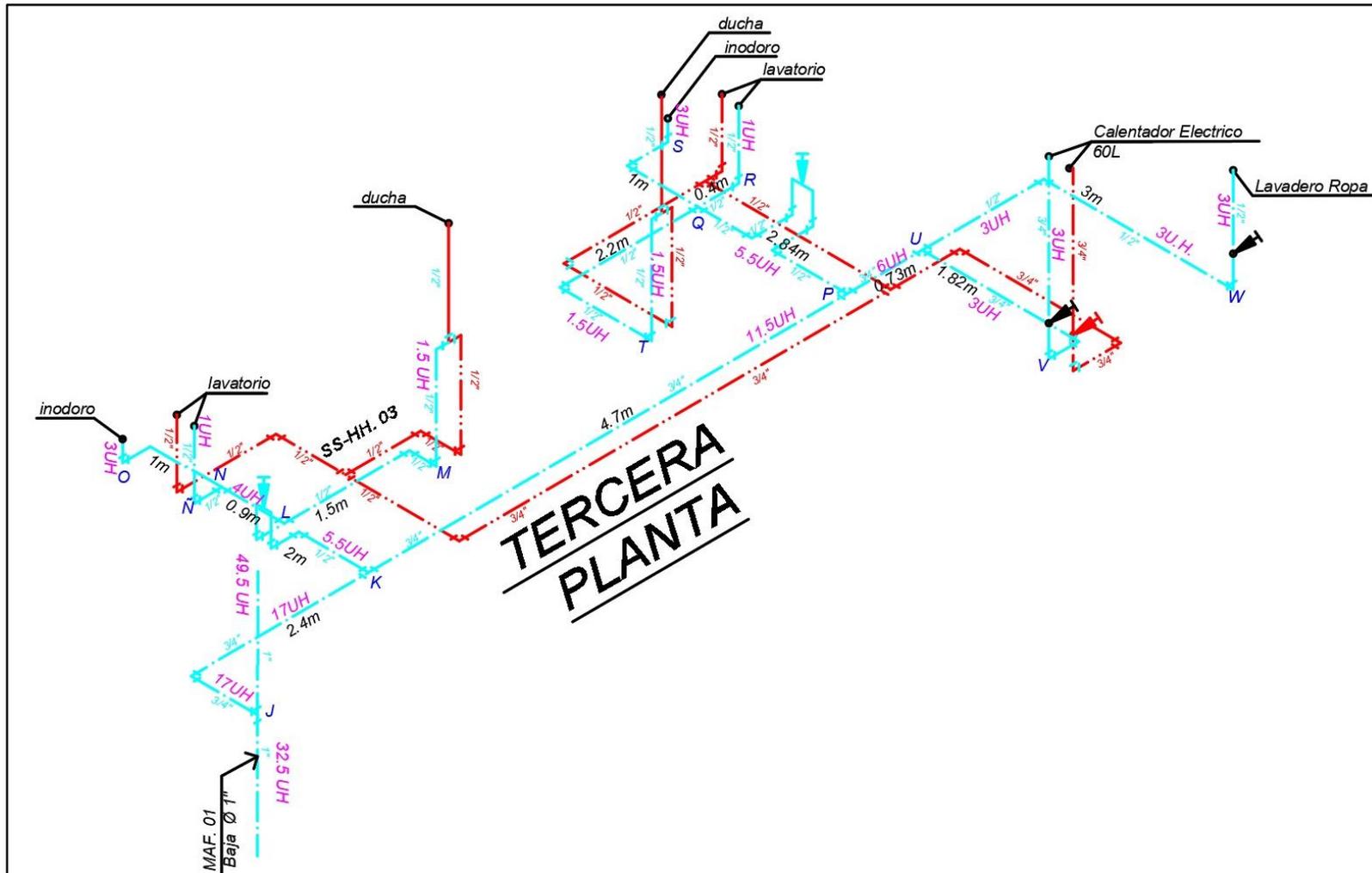


Figura 45. Vista Isométrico de la Red de Agua Potable en el Tercer Piso

Fuente: elaboración propia

Tabla.34 *Calculo de la Red de Agua Potable en el Tercer Piso*

Tercer Piso - I.S. Agua Potable																				
Tramo	UH	Caudal	D	V	V	Codo		TEE		Valv. Comp.		Valv. Check		L	L	NPT	Smax	Hf	Presion	Nodo
		(l/s)	(pulg)	(m/s)	max	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	tramo	equiv.		(m/m)	m	(m)	
A-J	49.5	1.12	1	2.21	2.48	0	1.0	1	1.9	0	0.256	0	3.2	2.7	4.62	2.7	0.22829	1.05472	14.2218	J
J-K	17	0.48	3/4	1.68	2.2	1	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	2.4	4.65	0	0.19303	0.89759	13.3242	K
K-L	5.5	0.24	1/2	1.90	1.9	5	0.6	1	1.2	1	0.16	0	2	2	6.36	0	0.38503	2.44878	10.8755	L
L-M	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.5	2.1	0	0.02963	0.06222	10.8132	M
M-Ducha	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.02963	0.06518	9.7481	DUCHA
L-N	4	0.16	1/2	1.26	1.9	0	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.9	2.1	0	0.18185	0.38190	10.4936	N
N-Ñ	1	0.04	1/2	0.32	1.9	0	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.27	0.27	0	0.01399	0.00378	10.4898	Ñ
Ñ-Lavatorio	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	9.8646	LAVATORIO
N-O	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	1.6	0	0.10680	0.17089	10.3227	O
O-Inodoro	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.2	1.4	0.2	0.10680	0.14953	10.1403	INODORO
K-P	11.5	0.373	3/4	1.31	2.2	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	4.7	6.2	0	0.12106	0.75056	12.5737	P
P-Q	5.5	0.24	1/2	1.90	1.9	6	0.6	1	1.2	1	0.16	0	2	2.84	7.8	0	0.38503	3.00323	9.5705	Q
Q-R	1	0.04	1/2	0.32	1.9	0	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.4	0.4	0	0.01399	0.00560	9.5649	R
R-Lav Mano	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	8.9397	LAV MANO
Q-S	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	1.6	0	0.10680	0.17089	9.3996	S
S-Inodoro	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.2	1.4	0.2	0.10680	0.14953	9.2153	INODORO
Q-T	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	2.2	2.8	0	0.02963	0.08295	9.4875	T
T-Ducha	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.02963	0.06518	8.4223	DUCHA
P-U	6	0.25	3/4	0.88	2.2	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	0.73	2.23	0	0.05775	0.12877	12.4449	U
U-V	3	0.12	3/4	0.42	2.2	1	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	1.82	2.57	0	0.01485	0.03817	12.4067	V
V-C.E.	3	0.12	3/4	0.42	1.9	2	0.8	0	1.5	1	0.2	0	2.5	1.5	3.2	1.5	0.01485	0.04753	10.8592	C.E.
U-W	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	3	3.6	0	0.10680	0.38449	12.0604	W
W-Lav Ropa	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	1.1	2.46	1.1	0.10680	0.26274	10.6977	LAV ROPA

Fuente: elaboración propia

Calculo de la Red – Segundo Piso

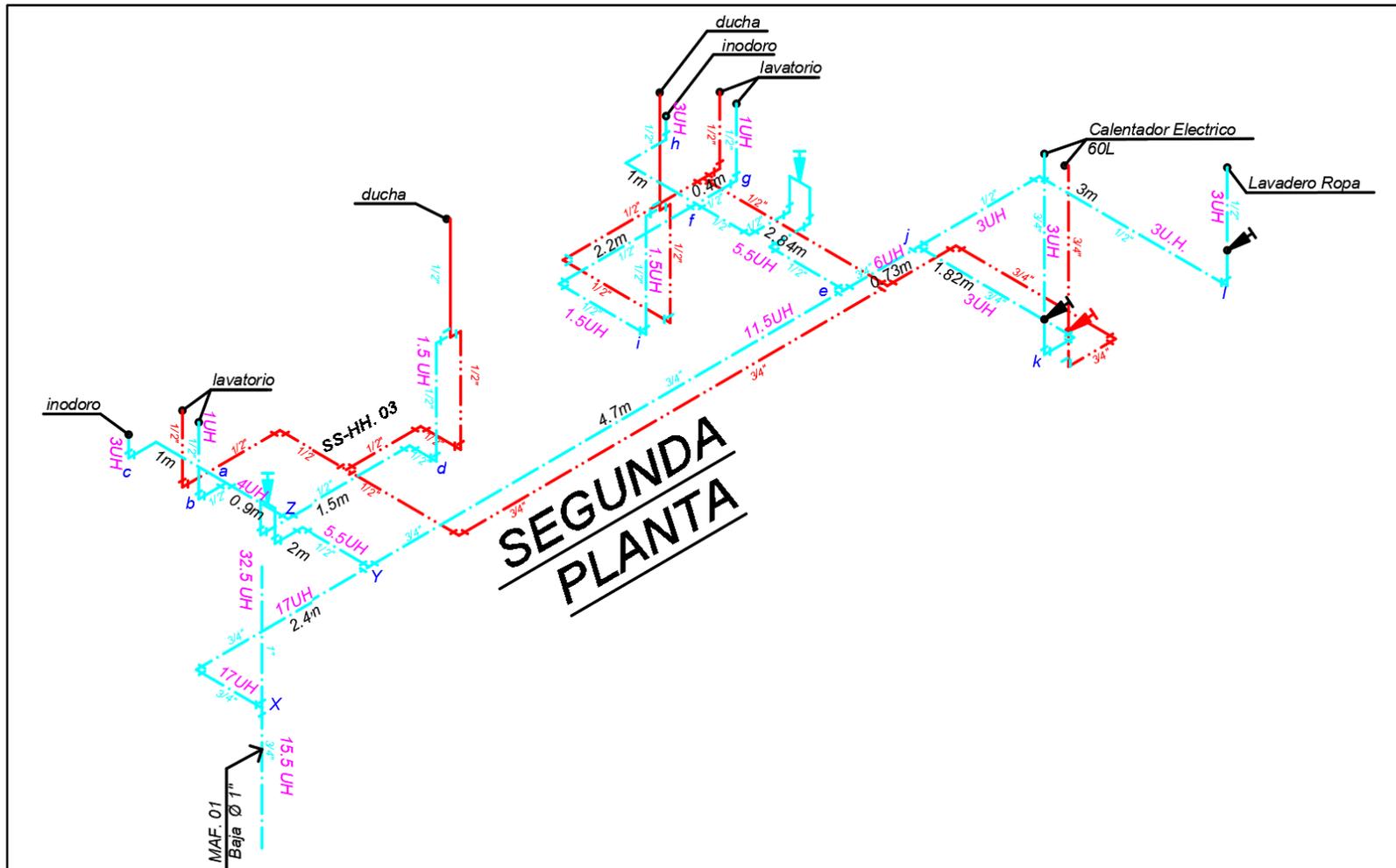


Figura 46. Vista Isométrico de la Red de Agua Potable en el Segundo Piso

Fuente: elaboración propia

Tabla.35 *Calculo de la Red de Agua Potable en el Segundo Piso*

Segundo Piso - I.S. Agua Potable																				
Tramo	UH	Caudal (l/s)	D (pulg)	V (m/s)	V max	CODO		TEE		Valv. Comp.		Valv. Check		L tramo	L equiv.	NPT	Smax (m/m)	Hf m	Presion (m)	Nodo
						Nº	L.E.	Nº	L.E.	Nº	L.E.	Nº	L.E.							
J-X	32.5	0.8	1	1.58	2.48	0	1.0	1	1.9	0	0.256	0	3.2	2.7	4.62	2.7	0.12251	0.56598	17.4878	X
X-Y	17	0.48	3/4	1.68	2.2	1	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	2.4	4.65	0	0.19303	0.89759	16.5902	Y
Y-Z	5.5	0.24	1/2	1.90	1.9	5	0.6	1	1.2	1	0.16	0	2	2	6.36	0	0.38503	2.44878	14.1414	Z
Z-d	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.5	2.1	0	0.02963	0.06222	14.0792	d
d-DUCHA	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.02963	0.06518	13.0140	DUCHA
Z-a	4	0.16	1/2	1.26	1.9	0	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.9	2.1	0	0.18185	0.38190	13.7595	a
a-b	1	0.04	1/2	0.32	1.9	0	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.27	0.27	0	0.01399	0.00378	13.7558	b
a-LAVATORIO	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	13.1306	LAVATORIO
a-c	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	1.6	0	0.10680	0.17089	13.5886	C.E.
c-INODORO	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.2	1.4	0.2	0.10680	0.14953	13.4062	INODORO
Y-e	11.5	0.373	3/4	1.31	2.2	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	4.7	6.2	0	0.12106	0.75056	15.8397	e
e-f	5.5	0.24	1/2	1.90	1.9	6	0.6	1	1.2	1	0.16	0	2	2.84	7.8	0	0.38503	3.00323	12.8364	f
f-g	1	0.04	1/2	0.32	1.9	0	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.4	0.4	0	0.01399	0.00560	12.8308	g
g-LAV MANO	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	1.8	0.6	0.01399	0.02519	12.2056	LAV MANO
f-h	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	1.6	0	0.10680	0.17089	12.6655	h
h-INODORO	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.2	1.4	0.2	0.10680	0.14953	12.4813	INODORO
f-i	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	2.2	2.8	0	0.02963	0.08295	12.7535	i
i-DUCHA	1.5	0.06	1/2	0.47	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.02963	0.06518	11.6883	DUCHA
e-j	6	0.25	3/4	0.88	2.2	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	0.73	2.23	0	0.05775	0.12877	15.7109	j
j-k	3	0.12	3/4	0.42	2.2	1	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	1.82	2.57	0	0.01485	0.03817	15.6727	k
k-C.E.	3	0.12	3/4	0.42	1.9	2	0.8	0	1.5	1	0.2	0	2.5	1.5	3.2	1.5	0.01485	0.04753	14.1252	C.E.
j-l	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	3	3.6	0	0.10680	0.38449	15.3264	l
l-LAV ROPA	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	1.1	2.46	1.1	0.10680	0.26274	13.9637	LAV ROPA

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la Red – Primer Piso

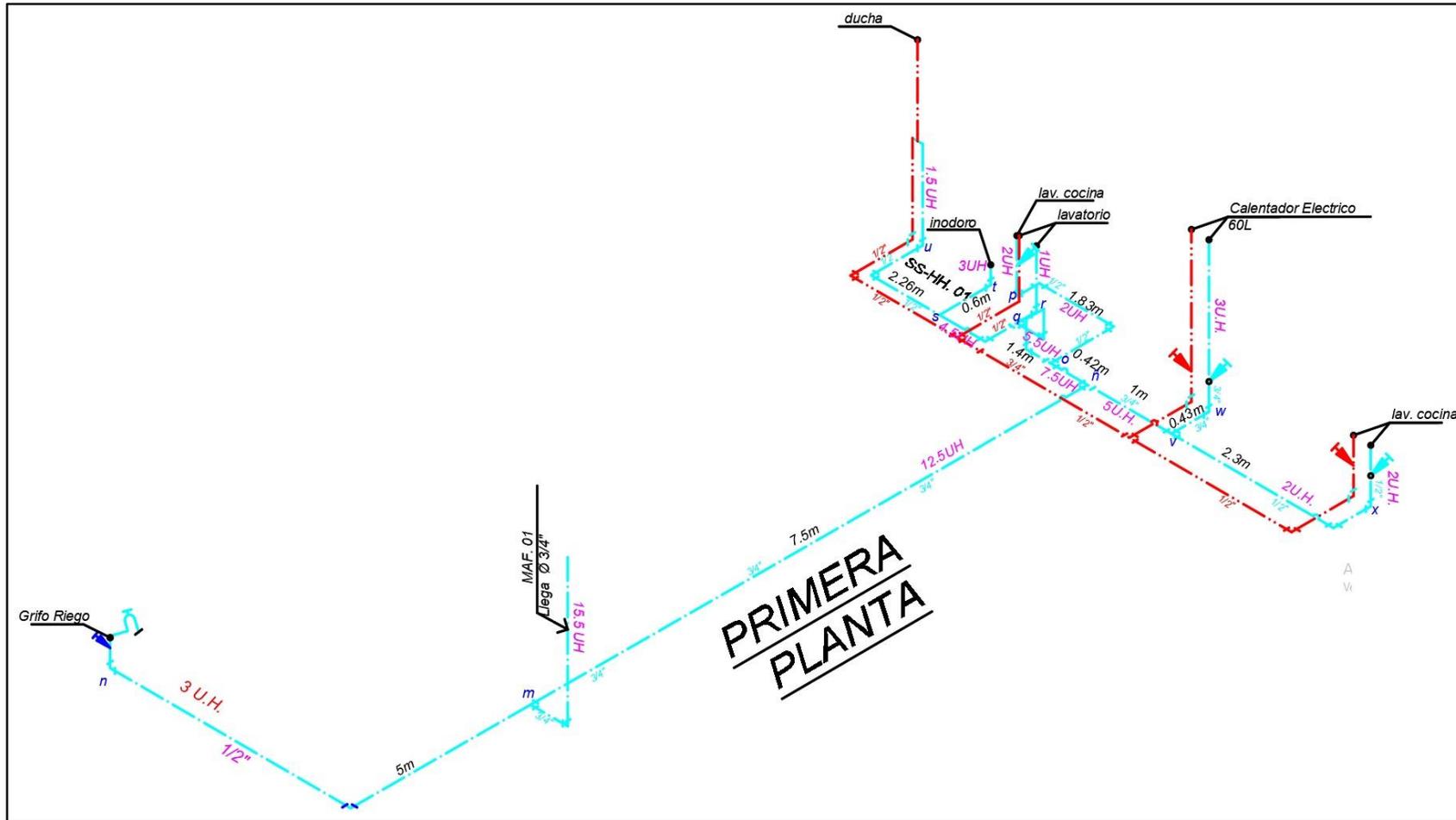


Figura 47. Vista Isométrico de la Red de Agua Potable en el Primer Piso

Fuente: elaboración propia

Tabla.36 *Calculo de la Red de Agua Potable en el Primer Piso*

Primer Piso - I.S. Agua Potable																				
Tramo	UH	Caudal	D	V	V	Codo		TEE		Valv. Comp.		Valv. Check		L	L	NPT	Smax	Hf	Presion	Nodo
		(l/s)	(pulg)	(m/s)	max	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	N°	L.E.	tramo	equiv.		(m/m)	m	(m)	
X-m	15.5	0.45	3/4	1.58	2.2	1	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	2.7	4.95	2.7	1.23182	6.09749	26.2853	m
m-n	3	0.12	1/2	0.95	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	5	5.6	0	0.10680	0.59810	25.6872	n
n-Grifo Riego	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.3	1.5	0.2	0.10680	0.16021	25.3270	grifo riego
m-ñ	12.5	0.39	3/4	1.37	2.2	0	0.8	1	1.5	0	0.2	0	2.5	7.5	9	0	0.94531	8.50775	17.7775	ñ
ñ-o	7.5	0.285	1/2	2.25	1.9	0	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.42	1.62	0	0.52913	0.85720	16.9203	o
o-p	2	0.08	1/2	0.63	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1.83	3.03	0	0.05045	0.15285	16.7675	p
p-lav cocina	2	0.08	1/2	0.63	1.9	2	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	0.65	2.01	0.65	0.05045	0.10139	16.0161	lav cocina
o-q	5.5	0.24	1/2	1.90	1.9	4	0.6	1	1.2	1	0.16	0	2	1.4	5.16	0	0.38503	1.98675	14.9336	q
q-r	1	0.04	1/2	0.32	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.3	0.9	0	0.01399	0.01259	14.9210	r
r-lav mano	1	0.04	1/2	0.32	1.9	2	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	0.6	1.96	0.6	0.01399	0.02743	14.2936	lav mano
q-s	4.5	0.195	1/2	1.54	1.9	1	0.6	1	1.2	0	0.16	0	2	0.9	2.7	0	0.26222	0.70800	14.2256	s
s-t	3	0.12	1/2	0.95	1.9	0	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.6	0.6	0	0.10680	0.06408	14.1615	t
t-Inodoro	3	0.12	1/2	0.95	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	0.2	1.4	0.2	0.10680	0.14953	13.8120	inodoro
s-u	1.5	0.08	1/2	0.63	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	2.26	2.86	0	0.05045	0.14427	14.0813	u
u-Ducha	1.5	0.08	1/2	0.63	1.9	2	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	1	2.2	1	0.05045	0.11098	12.9704	ducha
ñ-v	5	0.23	3/4	0.81	2.2	0	0.8	0	1.5	1	0.2	0	2.5	1	1.2	0	0.35588	0.42705	17.3505	v
v-w	3	0.12	3/4	0.42	2.2	0	0.8	0	1.5	0	0.2	0	2.5	0.43	0.43	0	0.10680	0.04593	17.3046	w
w-C.E.	3	0.12	3/4	0.42	2.2	2	0.8	0	1.5	1	0.2	0	2.5	1.5	3.2	1.5	0.10680	0.34177	15.4628	C.E.
v-x	2	0.08	1/2	0.63	1.9	1	0.6	0	1.2	0	0.16	0	2	2.3	2.9	0	0.05045	0.14629	17.2042	x
x-lav cocina	2	0.08	1/2	0.63	1.9	2	0.6	0	1.2	1	0.16	0	2	0.65	2.01	0.65	0.05045	0.10139	16.4528	lav cocina

Fuente: elaboración propia

Consumo mensual por aparato sanitario sin Reutilización de Aguas Grises

Tabla.37 Consumo Mensual Sin Reutilización de Aguas Grises

Aparatos Sanitarios	Caudal (lps)	Cantidad	t (sg)	uso en 1 día	1 mes (litros)	mensual (m3)
Inodoro	0.12	6	10	3	648	0.648
Lav. Mano	0.04	6	60	3	1296	1.296
Ducha	0.06	6	600	1	6480	6.48
Lav. Cocina	0.04	2	600	3	4320	4.32
Lav. Ropa	0.12	3	900	0.4	3888	3.888
Grifo de Riego	0.12	1	1200	1	4320	4.32
Sumideros 2"	0.16	5	300	0.15	1080	1.08

Total	22.032m3
Agua Potable	S/. 63.12
Alcantarillado	S/. 28.49
Cargo Fijo	S/. 4.89
Sub Total	S/. 96.50
IGV (18%)	S/. 17.37

Total	S/.	113.86
--------------	-----	---------------

Fuente: elaboración propia 0.

Tabla de gastos por aparato sanitario con Reutilización de Aguas Grises.

Tabla.38 Consumo Mensual con Reutilización de Aguas Grises

Aparatos Sanitarios	Caudal (lps)	Cantidad	t (sg)	Uso en 1 día	1 mes (litros)	mensual (m3)
Lav. Mano	0.04	6	60	3	1296	1.296
Ducha	0.06	6	600	1	6480	6.48
Lav. Cocina	0.04	2	600	3	4320	4.32
Lav. Ropa	0.12	3	900	0.4	3888	3.888
					TOTAL	15.984 m3

Agua Potable	S/. 20.70
Alcantarillado	S/. 9.37
Cargo Fijo	S/. 4.89
SUB TOTAL	S/. 34.95
IGV (18%)	S/. 6.29

TOTAL	S/.	41.24
--------------	-----	--------------

Fuente: elaboración propia

Tabla.39 Consumo Mensual Ahorrado Con Reutilización de Aguas Grises

Aparatos Sanitarios	Caudal (lps)	Cantidad	t (sg)	Uso en 1 dia	1 mes (litros)	mensual (m3)
Inodoro	0.12	6	10	3	648	0.648
Grifo de Riego	0.12	1	1200	1	4320	4.32
Sumideros 2"	0.16	5	300	1	1080	1.08

Fuente: elaboración propia

Total

6.048 m3



SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA - SEDAPAL S.A.

**ESTRUCTURA TARIFARIA APROBADA MEDIANTE
RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 022-2015-SUNASS-CD**
Por los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado

1. CARGO FIJO (S/. / Mes) 4,886

2. CARGO POR VOLUMEN

CLASE CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMOS	Tarifa (S/. / m ³)	
	m ³ /mes	Agua Potable	Alcantarillado ⁽¹⁾
RESIDENCIAL			
Social	0 a más	1,116	0,504
Doméstico	0 - 10	1,116	0,504
	10 - 25	1,295	0,586
	25 - 50	2,865	1,293
	50 a más	4,858	2,193

Figura 48. Estructura Tarifaria del Servicio de Agua y Desagüe - Sedapal

Fuente: Sedapal

Interpretación: En la tabla 37, el costo mensual en un sistema tradicional a pagar a Sedapal por el servicio de agua potable es de S/. 113.86 mientras que, con un sistema de reutilización de aguas grises, el costo a cancelar según la tabla 38 es de S/.41.24, con lo cual se tendría un ahorro de S/. 72.62. Los costos generados por consumo de inodoro y grifo de riego no se consideran en el análisis de costo ya que para su descarga se utilizará agua reciclada mas no agua potable.

Resumen de los cálculos obtenidos

Con Sistema de Reutilización de aguas grises		Agua potable		Sin sistema de Reutilización de aguas grises		Agua potable	
Aguas grises		Agua potable		Agua potable		Agua potable	
Cisterna		Cisterna		Cisterna		Cisterna	
Volumen	0.54 m ³	Volumen	1.125 m ³	Volumen	3.4 m ³	Volumen	3.4 m ³
Q llenado	0.069 lps	Q llenado	0.156 lps	Q llenado	0.47 lps	Q llenado	0.47 lps
Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones	
a	0.56 m	a	0.75 m	a	1.5 m	a	1.5 m
l	1.12 m	l	1.5 m	l	1.5 m	l	1.5 m
Htotal	1.21 m	Htotal	1.41 m	Htotal	1.8 m	Htotal	1.8 m
Bomba		Bomba		Bomba		Bomba	
Qb	0.86 lps	Qb	0.82 lps	Qb	1.26 lps	Qb	1.26 lps
Øimpulsion	3/4"	Øimpulsion	1"	Øimpulsion	1 1/4"	Øimpulsion	1 1/4"
ØSuccion	1"	ØSuccion	1 1/4"	ØSuccion	1 1/2"	ØSuccion	1 1/2"
Potencia	0.352 hp	Potencia	0.296 hp	Potencia	0.52 HP	Potencia	0.52 HP
Tanque elevado		Tanque elevado		Tanque elevado		Tanque elevado	
Volumen	0.22 m ³	Volumen	0.5 m ³	Volumen	1.1 m ³	Volumen	1.1 m ³
Presiones		Presiones		Presiones		Presiones	
Azotea		Azotea		Azotea		Azotea	
Inodoro 06	5.33 m	Inodoro 06	3.1 m	Inodoro 06	3.1 m	Inodoro 06	3.1 m
		Ducha	2.74 m	Ducha	5 m	Ducha	5 m
		Lav. mano	4.45 m	Lav. mano	5.42 m	Lav. mano	5.42 m
		Lav ropa	5.74 m	Lav ropa	7.22 m	Lav ropa	7.22 m

Tercer piso		Tercer piso		Tercer piso	
Inodoro 04	8.17 m			Inodoro 04	10.14 m
		Ducha 04	8.05 m	Ducha 04	9.74 m
		lav. mano		lav. mano	
		04	8.51 m	04	9.86 m
		Lav ropa	7.06 m	Lav ropa	10.7 m
Inodoro 05	9.42 m			Inodoro 05	9.22 m
		Ducha 05	7.5	Ducha 05	8.42 m
		lav. mano		lav. mano	
		05	8	05	8.94 m

Segundo piso		Segundo piso		Segundo piso	
Inodoro 02	12.16 m			Inodoro 02	12.48 m
		Ducha 02	10.28 m	Ducha 02	11.69 m
		lav. mano		lav. mano	
		02	10.78 m	02	12.21 m
		Lav ropa	9.85 m	Lav ropa	13.96 m
Inodoro 03	11.4 m			Inodoro 03	13.4 m
		Ducha 03	10.84	Ducha 03	13.01 m
		lav. mano		lav. mano	
		03	11.3	03	13.13 m

Primer piso		Primer piso		Primer piso	
Inodoro 01	15.83 m			Inodoro 01	13.81 m
		Ducha 01	13.08 m	Ducha 01	12.97 m
		Lav. mano		Lav. mano	
		01	13.62 m	01	14.29 m
		Lav cocina	13.81 m	Lav Cocina	16.01 m
Grifo Riego	14.91 m			Grifo Riego	25.32 m
		Lav cocina	13.79	Lav cocina	16.45 m

Interpretación: se aprecia en los cuadros comparativos del sistema tradicional con la reutilización de aguas grises, que se cumple con lo exigido por la norma, de que ningún aparato debe tener presión de agua por menor a los 2 mca.

Tabla.40 Presupuesto Comparativo del Sistema Tradicional con el Sistema de Reutilización de Aguas Grises

Detalles de Partidas	Presupuesto con Reutilización de A.G.				Presupuesto sin Reutilización de A.G.			
	UND.	METRADO	P.U	SUBTOTAL	UND.	METRADO	P.U	SUBTOTAL
Instalaciones Sanitarias								
Aparatos sanitarios y accesorios								
Suministro de aparatos sanitarios y griferías								
Instalación de aparatos sanitarios								
instalacion de inodoro	pza	6.00	61.97	371.82	pza	6.00	61.97	371.82
instalacion de lavamano	pza	6.00	103.67	622.02	pza	6.00	103.67	622.02
instal. lavadero de ropa modelo amazonas de 1 poza blanco	pza	3.00	84.50	253.50	pza	3.00	84.50	253.50
instalacion de mezcladora de ducha	pza	5.00	73.24	366.20	pza	5.00	73.24	366.20
instalación de lavadero inoxidable 01 poza en cocinas	pza	2.00	107.14	214.28	pza	2.00	107.14	214.28
instalacion de griferias en aparatos sanitarios (cocina, baños y lavandería)	Pza.			0.00	Pza.			0.00
Sistema de agua fría (polifusion)								
Salidas de agua fría				0.00				0.00
salida de a. f. - ppr -1/2" para lavamano en baños	Pto.	6.00	42.82	256.92	Pto.	6.00	42.82	256.92
salida de a. f. - ppr -1/2" para lavadero de cocina	Pto.	2.00	42.82	85.64	Pto.	2.00	42.82	85.64
salida de a. f. - ppr -1/2" para lavadero de ropa	Pto.	3.00	42.82	128.46	Pto.	3.00	42.82	128.46
salida de a. f. - ppr -1/2" para inodoros	Pto.	6.00	42.82	256.92	Pto.	6.00	42.82	256.92
salida de a. f. - ppr -1/2" para duchas	Pto.	6.00	42.82	256.92	Pto.	6.00	42.82	256.92
salida de a. f. - ppr -3/4" para calentador de agua	Pto.	3.00	45.07	135.21	Pto.	3.00	45.07	135.21
salida de a. f. - ppr -1/2" para riego	Pto.	1.00	42.82	42.82	Pto.	1.00	42.82	42.82
Redes de distribución				0.00				0.00

Tuberías horizontales				0.00				0.00
tub. ppr -ø 1/2" (agua fría)	m	92.04	10.51	967.34	m	66.40	10.51	697.86
tub. ppr -ø 3/4" (agua fría)	m	39.88	11.62	463.41	m	42.00	11.62	488.04
tub. ppr -ø 1" (agua fría)		21.31	12.45	265.31		8.00	12.45	99.60
Tuberías verticales (montantes)				0.00				0.00
tubería ppr - ø 3/4	m	3.00	54.27	162.81	m	3.00	54.27	162.81
tubería ppr - ø 1	m	36.70	63.53	2,331.55	m	8.10	63.53	514.59
tubería ppr - ø 1 1/4					m	10.80	72.89	787.21
Valvulas				0.00				0.00
valvula polifusion-vástago metálico 1/2"(horizontal)	Und	18.00	65.34	1,176.12	Und	9.00	65.34	588.06
valvula polifusion-vástago metálico 3/4"(horizontal)	Und	0.00	84.50	0.00	Und	1.00	84.50	84.50
valvula polifusion-vástago metálico 3/4"(vertical) calentador	Und	4.00	84.50	338.00	Und	3.00	84.50	253.50
valvula polifusion-vástago metálico 1"(horizontal)	Und	4.00	84.50	338.00	Und	1.00	84.50	84.50
valvula compuerta de bronce 3/4"(horizontal)	Und	1.00	553.30	553.30	Und	0.00	553.30	0.00
valvula compuerta de bronce 1"(horizontal)						1.00		
pruebas (hidrostatica)de agua de red agua fria	m	192.93	0.92	177.50	m	138.30	0.92	127.24
Desagüe y ventilación								
Salidas de desagüe				0.00				0.00
salida de desagüe en pvc 2"	pto	10.00	42.82	428.20	pto	10.00	42.82	428.20
salida de desagüe en pvc 4"	pto	6.00	50.70	304.20	pto	6.00	50.70	304.20
salida para ventilación de 2"	pto	12.00	39.44	473.28	pto	12.00	39.44	473.28
salida para registro de bronce de 2"	pto	15.00	40.59	608.85	pto	5.00	40.59	202.95
salida para registro de bronce de 4"	pto	0.00	40.59	0.00	pto	6.00	48.45	290.70
salida para sumidero de bronce ø 2"	pto	20.00	40.56	811.20	pto	20.00	40.56	811.20
salida para sumidero de bronce ø 2" (drenaje de techo)	pto	3.00	40.59	121.77	pto	1.00	40.59	40.59

Redes de derivación				0.00				0.00
Tuberías horizontales				0.00				0.00
tubería pvc sal - 2"	m	62.01	14.64	907.83	m	50.56	14.64	740.20
tubería pvc sal - 2" ventilación	m	22.00	14.64	322.08	m	1.00	14.64	14.64
tubería pvc sal - 3"	m	13.61	20.87	284.04	m		20.87	0.00
tubería pvc sal - 4"	m	28.70	24.90	714.63	m	22.00	24.90	547.80
Tuberías verticales (montantes)				0.00				0.00
tubería pvc sap 2"	m	0.00	20.87	0.00	m	9.00	20.87	187.83
tubería pvc sap 3"	m	24.30	20.87	507.14	m		20.87	0.00
tubería pvc sap 4"	m	16.20	24.90	403.38	m	16.20	24.90	403.38
tubería pvc sal 2"-vent.	m	40.00	17.56	702.40	m	16.20		0.00
Redes colectoras				0.00				0.00
empalme a red existente	Und	1.00	251.50	251.50	Und	1.00	251.50	251.50
accesorios de redes colectoras				0.00				0.00
Accesorios horizontales y verticales				0.00				0.00
registro de bronce de 2"	Und	15.00	42.81	642.15	Und	5.00	42.81	214.05
sumidero de bronce 2"	Und	20.00	42.81	856.20	Und	20.00	42.81	856.20
sombrero para ventilación en pvc de ø 2"	Und	4.00	12.11	48.44	Und	3.00	15.09	45.27
sombrero para ventilación en pvc de ø 3"	Und	3.00	15.09	45.27	Und		15.09	0.00
sombrero para ventilación en pvc de ø 4"	Und	2.00	18.11	36.22	Und	2.00	18.11	36.22
Cámaras de inspección				0.00				0.00
Cajas de registro				0.00				0.00
caja de registro de albañilería de 12"x24" c/tapa de c°	Und	2.00	508.03	1,016.06	Und	2.00	508.03	1,016.06
Varios								
Excavaciones				0.00				0.00
excavaciones de zanjas para tubería hasta prof. 1m	m3	32.41	58.35	1,891.10	m3	32.41	58.35	1,891.10
cama de arena 0.10m para tuberías	m3	12.15	25.15	305.66	m3	12.15	25.15	305.66
protección de tubo	m	4.05	28.17	114.12	m	4.05	28.17	114.12

relleno con material propio.	m3	20.26	40.24	815.10	m3	20.26	40.24	815.10
Limpieza y pruebas hidráulicas				0.00				0.00
limpieza y pruebas estanqueidad hidráulicas de red de desagüe	gbl	206.82	1.00	206.82	gbl	114.96	1.00	114.96
				0.00				0.00
Costo Directo				S/.22,581.69				S/.16,983.84
Gastos Generales	8.00%			S/.1,806.53				S/.1,358.71
Sub Total				S/.24,388.22	18.00%			S/.18,342.55
IGV	18.00%			S/.4,389.88	18.00%			S/.3,301.66
Total				S/.53,166.32				S/.39,986.75

Fuente: elaboración propia

Interpretación: El presupuesto con el sistema de reutilización de aguas grises es mayor en comparación con el sistema tradicional, esto se debe a que se necesitan más materiales así como aumentar una cisterna y un tanque elevado adicional solo para almacenaje de aguas grises.

3.1. Contrastación de Hipótesis

Contrastación de hipótesis: La reutilización de aguas grises influye de manera directa en el sistema de agua de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de chorrillos, 2019.

- **Ha:** La reutilización de aguas grises influye de manera directa en el sistema de agua de una vivienda.
- **Ho:** La reutilización de aguas grises no influye de manera directa en el sistema de agua de una vivienda.

Con el diseño de reutilizar las aguas grises presentes en la vivienda, se independizó las aguas grises de las aguas negras, dando esto como resultado, modificaciones en todo el sistema de agua de la vivienda unifamiliar tales como cambios en las presiones que llegan a los aparatos sanitarios, el aumento de una cisterna nueva para recolectar aguas grises, así como una bomba nueva para la cisterna recolectora de aguas grises.

De acuerdo a lo descrito se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Contrastación de hipótesis: La reutilización de aguas grises influye de manera directa en el sistema de desagüe de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de chorrillos, 2019

- **Ha:** La reutilización de aguas grises influye de manera directa en el sistema de Desagüe de una vivienda.
- **Ho:** La reutilización de aguas grises no influye de manera directa en el sistema de Desagüe de una vivienda.

Con el diseño de recolección de aguas grises, se independizó la recolección de aguas grises de las aguas negras, independizando montantes para recolección de Aguas grises de montantes para recolección de Aguas negras. Se diseñó el recorrido de recolección de las Aguas grises a una cisterna de captación para posteriormente ser bombeado a un tanque elevado, para ser distribuido en los inodoros y agua de riego. El sistema de desagüe de aguas

negras se recolecto hacia una caja de registro para finalmente evacuar a una caja de registro que va al colector público.

De acuerdo a lo descrito se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Contrastación de hipótesis: La reutilización de aguas grises influye de manera directa en los costos de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de chorrillos, 2019.

- **Ha:** La reutilización de aguas grises si influye de manera directa en el sistema de Desagüe de una vivienda.
- **Ho:** La reutilización de aguas grises no influye de manera directa en el sistema de Desagüe de una vivienda.

Con el diseño de recolección de aguas grises, la inversión en su ejecución es de costo más elevado en comparación con un sistema tradicional, pero el costo beneficio se ve los años posteriores, ya que el consumo mensual va salir un aproximado de 50% menos en comparación con un sistema tradicional.

De acuerdo a lo descrito se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

IV. DISCUSIÓN

Tabla.41 *Discusión de investigación con respecto a los antecedentes.*

TEMA	AUTOR	TÍTULO	AÑO	OBJETIVO	PROPIA INVESTIGACIÓN
Reciclaje de las aguas grises en una vivienda	Elizabeth Trujillo Tafur	Propuesta de modelo de vivienda con instalaciones sanitarias que permita reutilizar las aguas grises en la descarga de inodoros, Nuevo Chimbote – 2017”	2017	Proponer un modelo de vivienda con instalaciones sanitarias que permita reutilizar las aguas grises en la descarga de inodoros, Nuevo Chimbote – 2017.	Siguiendo lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, si es posible construir una vivienda que tenga el sistema de reutilizar las aguas grises para descargarlo en inodoros y grifos de riego.
reutilizacion de aguas grises para servicios higienicos	Alex Robert Valera Málaga	Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017”	2017	Analizar el tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda multifamiliar del edificio canto bello en san juan de Lurigancho, 2017.	Se diseñó un tratamiento de las aguas grises, tanto en la trampa de grasa así como en el depósito acumulador para su posterior almacenamiento en la cisterna para aguas grises. Se coincidió con los datos obtenidos por el autor
Ubicación de las salidas de aguas grises	Cristian Mauricio Espinal Velasquez / David Ocampo Acosta / Juan David Rojas Garcia	Construcción de un prototipo para el sistema de reciclaje de aguas grises en el hogar	2014	Ubicar los puntos de captación de aguas grises en el hogar	Los puntos de captación de aguas grises, se dan en los lavaderos de mano, duchas, lavatorios de cocina y de ropa.
Diseño Hidraulico de un edificio para oficinas	Olivarez Olano, Olivia Margareth	Instalaciones sanitarias para el edificio de oficinas Link Tower	2014	Fundar pautas para el diseño de instalaciones sanitarias en edificaciones de oficinas de uso privado y uso común, ofrecer al ingeniero sanitario proyectista fundamentos teóricos y prácticos para el desarrollo de instalaciones sanitarias en edificios.	Siguiendo lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, se diseñó el sistema de reutilización de aguas grises de la vivienda y se coincidió con los cálculos obtenidos por el autor
Reutilizacion de las aguas residuales , evacuados de las lavadoras presentes en los hogares	Diaz Oviedo Jhon Jairo / Ramirez Mielles Lizeth Yohana	Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de bogota d.c.	2016	Diseñar un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de Bogotá d.c.	Siguiendo lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, si es posible construir una vivienda que tenga el sistema de reutilizar las aguas grises evacuados por las lavadoras presentes en un hogar
Drenaje de aguas residuales y pluviales de edificios	Luis Carlos, Rodriguez Souza	Guía para las instalaciones sanitarias en edificios	2017	Crear un manual sobre el diseño de instalaciones sanitarias para edificios, destinados al suministro de agua potable y a los drenajes de las aguas residuales y pluviales.	Se aprovechó la experiencia del autor en el proceso constructivo del drenaje de las aguas pluviales y residuales para el óptimo diseño hidráulico de la vivienda en estudio

Fuente: elaboración propia

V. CONCLUSIONES

- Se diseñó una vivienda sostenible con instalaciones sanitarias que reutilizan las aguas grises, para ser reutilizadas en las descargas de inodoros y grifos de riego. Con este sistema se beneficia la ecología ya que habrá menor extracción de agua dulce proveniente de los ríos y acuíferos, preservando este recurso para las futuras generaciones.
- Se diseñó la red de distribución de las aguas grises en la vivienda en estudio, resultando que la dotación de agua gris a reutilizar es el 45% de la dotación diaria para una vivienda unifamiliar como lo indica la Tabla 08 (1500 litros/día), teniendo así 666 litros/día a utilizar provenientes de las aguas grises presentes en la vivienda. Para la captación de aguas grises, la cisterna tendrá un volumen de 0.54m³ y unas dimensiones de 0.56m x 1.12m x 1.21m tal como se detalla en la tabla 12, el tanque elevado será de 250 litros. El punto de agua para los inodoros será de Ø½", todas las pérdidas de carga por accesorios y tuberías, no generaron presiones menores a 2m, cumpliendo con los requisitos establecidos en la norma RNE IS.010, así pues, se logra un acceso equitativo a los servicios del agua en zonas vulnerables.
- Se diseñó la red colectora de aguas grises dividida en ramales (Tabla 03), montantes (Tabla 06) y el colector principal (Fig. 21), respetando las unidades de descarga, como lo indica la Tabla 04, reduciendo la contaminación en la descarga de materiales y productos químicos peligrosos hacia la red de alcantarillado público.
- Se comprobó que los consumos mensuales con el sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda unifamiliar sostenible, tendrán una diferencia del 50% menos en comparación con el sistema tradicional tal como lo indica la Tabla 39.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar este sistema de reutilización de aguas grises para una vivienda sostenible ya que mucho del agua que usamos diariamente en nuestra vivienda, ya sea por agua de la ducha o del lavamanos, se pierde directamente por la red de alcantarillado, cuando fácilmente podría ser reutilizado para aparatos sanitarios que no requieren de agua potable, así nos permitiremos ser más ecológicos y ganar una mayor autonomía en caso que en el futuro escasee este recurso que tan valioso es para la vida humana.
- Se recomienda diseñar la red de distribución respetando los parámetros indicados en la norma RNE IS.010, Capítulo II Agua Fría, así como utilizar aparatos sanitarios ahorradores de aguas tales como aireadores en los grifos y duchas, tanques de inodoros con doble descarga, etc. Para la cisterna y el tanque elevado se recomienda realizar una limpieza cada 6 meses, vaciando por completo el agua y limpiando todo el perímetro interno utilizando un cepillo restregando las paredes y el techo, nunca utilizar detergente o jabón, pues estos suelen dejar residuos que contaminaran el agua y pueden dañar la salud de cada integrante de la vivienda. El cloro es el elemento químico recomendable para la desinfección porque elimina los posibles microorganismos.
- Se recomienda diseñar la Red de Desagüe respetando los parámetros indicados en la norma RNE IS.010, Capítulo V Desagüe y Ventilación, así como realizar pruebas de estanqueidad después de terminar cada batería de desagüe para descartar posibles fisuras en las tuberías y una limpieza de la Red de Desagüe de todo el edificio, inyectando agua a través de una manguera de alta presión para remover las partículas impregnadas en todo el diámetro interior de la tubería de desagüe. Para la trampa retirar manualmente las grasas y desecharlos al depósito de basura, nunca eliminándolo por la red de desagüe, ya que puede generar obstrucciones en la red.
- Se recomienda utilizar esta investigación como referencia para estudios posteriores, a fin de calcular la cantidad de agua potable ahorrada mensualmente, así como el costo beneficio que genera la reutilización de aguas grises en una vivienda, tanto el costo de la instalación como en el costo del consumo mensual.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ALCANTARA, Vladimir. Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. 126pp.

ALLEN, Laura. Manual de diseño para manejo de aguas grises. [en línea]. 2.º ed. California: Greywater Action, 2015 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2017].

Disponible en <https://greywateraction.org/wpcontent/uploads/2014/11/finalGWmanual-esp-5-29-15.pdf>

Análisis, comparativas y relaciones entre la DBO, DQO, COT [Publicación en un blog]. Microlab Industrial Badajoz: Microlab Industrial, F., (20 de febrero del 2015). [fecha de consulta: 15 de mayo de 2017]. <http://www.aguasresiduales.info/revista/blog/analisis-comparativas-y-relacionesentre-la-dbo-dqo-cot>

APAZA, Jhonatán. Aplicación de metodología BIM para mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna. Tesis (ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2015. 239pp.

ARIAS, Fidias. 2012. El proyecto de Investigación. Caracas: Episteme, 2012.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Estrategia Nacional para el Mejoramiento de los recursos Hídricos. Lima: s.n., 2016. 25 pp.

AUTODESK. *Mastering Autodesk Revit 2018*. U.S.: Sybex Inc.U.S. 2018. 1056pp.
ISBN: 978-1119386728

BARCO, David. Guía para implementar y gestionar proyectos BIM. España: Independently, 2018. 342pp.

ISBN: 9781728923925

BEHAR, Daniel. 2008. Metodología de la Investigación. S.l.: Shalom, 2008.

BELTRÁN, Álvaro. 2012. Costos y Presupuestos. Lima: s.n., 2012.

BERDILLANA, Fernando. Tecnologías Informáticas para la Visualización de la información y su uso en la Construcción – Los Sistemas 3D Inteligente. Tesis (Grado de Maestro). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014, 121pp.

CAMAC Leonardo, Luis. Identificación de Incompatibilidades en la construcción de estructuras y arquitectura utilizando un modelo 3D en Revit architecture 2014. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2015. 85pp.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente [et al]. Especificaciones Técnicas para el diseño de trampa de grasas por Lima: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 2003. 11pp.

Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda, Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales. México D. F.: Arroyo+Cerda, S.C, 2005. 68 pp.

ISBN: 968-7729-33-3

ESPINAL, Cristian, Construcción de un prototipo para el sistema de reciclaje de aguas grises en el hogar. Tesis (Ingeniero en Mecatrónica). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2014. 84 pp.

FRANCO, María. Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación acaso en Chile. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2007. 133 pp.

¿Experiencias constructivas en obras de edificación: ¿Trabajo no Contributorio? [Mensaje de un blog]. Lima: Sosa, Ricardo., (2 de noviembre de 2007). [Fecha de consulta: 10 de julio de 2019]. Recuperado de <http://rasosas.blogspot.com/2007/11/trabajo-no-contributorio.html>

FUENTES, Giner. Impacto del BIM en el proceso Constructivo. España: LGV, 2014.250pp. ISBN: 978-8494259319

FR4 CONSTRUCCIONES. Gmedia .27 de enero de 2017. Disponible en: <http://fr4.com.do/etapa-de-diseno-de-proyectos-de-construccion/>

GreyWaterNet. Anónimo. [fecha de consulta: 04 de mayo de 2017]. Disponible en <http://www.greywaternet.com/tratamiento-aguas-grises.html>.

HERNANDEZ, Javier. *Salto al BIM*. Madrid: Editorial JH Guadalupe Editores, 2017. 352pp. ISBN: 9788461795444

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6° ed. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A., 2014. 634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

JIMENEZ, Pilar. 2016. Modelos BIM para control de producción en Obra. [En línea] 12 de diciembre de 2016. [Citado el: 1 de diciembre de 2017.] <https://es.linkedin.com/pulse/usuarios-de-modelos-bim-para-control-produccion-en-obra-jimenez-ab>.

JIMENO, Enrique. Instalaciones Sanitarias en edificaciones. 2° ed. Lima: Capitulo de ingeniería sanitaria consejo departamental de lima colegio de ingenieros del Perú. 315 pp.

KESTLER, Patricia. Uso, reúso y reciclaje del agua residual en una vivienda. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 2004. 48 pp.

Las siete dimensiones del BIM, la metodología que cambiara a la construcción en américa latina [Mensaje de un Blog]. Lima: Cuartero, J., (25 de febrero del 2018). Recuperado de

<https://gestion.pe/opinion/siete-dimensiones-del-bim-metodologia-cambiara-construccion-america-latina-228053>

Ley n° 28611. Ley general del ambiente. Lima: Diario Oficial El Peruano, 31 de 07 de 2008.

LLANOS, Guillermo. Propuesta de instalación hidráulica sanitaria para la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de agua pluvial en unidades habitacionales ubicadas en la ciudad de México. Tesis (Magister en Ingeniería). D.F. México: Universidad Autónoma de México, 2009. 84 pp.

Manco Deibys. Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. Revista científica de Ingenierías, (11): 23-38, 2014.

ISBN: 1692-3324.

(Mariani Christian, 2014) **Título** Manual de Albañilería Las instalaciones sanitarias de la casa. Artículo Científico, (2): 5-56, 2014.

ISBN: 978-603-45283-3-8.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS (Perú). Estrategias BIM-PERU. [Fecha de consulta: 03 de Julio del 2019]. Disponible en <https://www.mef.gob.pe/es/estrategia-bim-peru>

Ministerio de Agricultura y pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. [Fecha de consulta: 07 de mayo de 2017]. Disponible en http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/programas-de-educacionambiental/hogares-verdes/preguntas_hv.aspx#para0

MOJICA A., Valencia D., GOMEZ A., ALVARADO A. Planificación y control de proyectos aplicando “Bulding Information Modeling” un estudio de caso. Ingeniería [en línea] 2016, 20 [Fecha de consulta: 3 de julio de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750927004>> ISSN 1665-529X

MORALES, Nayda y GALEAS, Jhon. 2016. Diagnóstico y evaluación de la relación entre el grado de industrialización y los sistemas de Gestión con el nivel de productividad en obras de construcción. Lima: s.n., 2016.

MORENO, Guillermo. 2017. Implementación BIM en la etapa de Diseño. Lima: Tych Ingeniería y construcción, 2017

Organización Mundial de la Salud, Guías para la calidad del agua potable [en línea]. 3. ° ed. Suiza, 2006 [fecha de consulta: 15 de mayo de 2017] Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/
ISBN: 9241546964

ORTEGA, Pamela y SOLANO, Carla. 2015. La Gestión de Cambio Organizacional. Lima: s.n., 2015.

PUMA, Lupo, Hipólito. Implementación de la metodología BIM y el sistema last planner 4D para mejorar la gestión de la obra Residencial Montesol Dolores. Tesis (ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de San Agustín, 2016.
Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3303>

PORRAS D., SÁNCHEZ R., OMAR G., GUERRA G., PLATA J., PARRA C., MILADY K. N. 2014. Tecnologías “Building Information Modeling” en la Elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. Artículo Científico [en línea]. Enero-junio 2015. [Fecha de Consulta: 03 de julio del 2018]. Disponible en: https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). CAPECO, 2018, Lima, Perú, noviembre del 2015.

REGLAMENTO DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1252. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 09 de noviembre del 2018.

REVISTA Costos: Especializada en Construcción. Lima. Ed. 290. Mayo 2018. ISSN: 2223-0017

Revista Minam [en línea]. Lima, Ministerio de Ambiente [fecha de consulta: 07 de mayo de 2017]. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/conoce-cuanto-gastas-en-agua-y-cuanto-puedes-ahorrar-en-tu-vida-cotidiana-con-larevista-minam/>

ISBN: 201314025

REYES, Antonio. *BIM. Diseño y gestión de la Construcción*. España: Anaya Multimedia, 2016. 384pp.

ISBN: 9788441538177

SALINAS, José, ULLOA, Román y ASTHIT, Karem. 2014. Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios. Lima: s.n., 2014.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO. Referencias estilo ISO 690 y 690-2, Fondo Editorial UCV, 2017.

SANTOS, Renán. Estudo da Modelagem do Software Revit com Foco nas Inovações da Tecnologia Bim. Revista científica multidisciplinaria Núcleo do Conhecimento, (5):30-50, 2017.

ISBN: 2448-0959.

SEELEY, Ivor. Water Services and Sanitary Plumbing. Artículo Científico Building technology, (3):184-198, 2014

ISBN: 978-0-333-43350-8

ISBN: 978-1-349-09223-9

TINEO, Edgardo. Instalaciones sanitarias interiores y exteriores del centro comercial Plaza Vitarte. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2002. 170 pp.

VASQUEZ, Oscar. Reglamento Nacional de Edificaciones comentado 5. °ed. Lima: Oscar Vásquez SAC, 2017, pp. 525-538.

ISBN: 201100138

VALDIVIA, Pablo, Diseño De Instalaciones Sanitarias En Edificaciones. Nuevo Chimbote: Centro de asesoría y capacitación del Perú, 2017. 75 pp.

VARA, Arístides. Desde La Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Lima Universidad San Martín de Porres. 3ra ed. Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2012. 451 pp.

YBAÑES, Joselyn. BIM para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa el Salvador. Tesis (ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

ZUÑIGA, M., CÓRDOVA, D., VALENZUELA, J., GONZÁLES, N. 2015. La propuesta de Mejora, una alternativa de solución. México: s.n., 2015.

ANEXOS

ANEXO N°1 Cuadro de Operalización de Variables

Operacionalización de la Variable

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Diseño Hidráulico	El diseño hidráulico es un proceso, que hace uso de procedimientos y cálculos matemáticos para hallar el caudal, presión, secciones, pérdidas de cargas, etc. para un correcto funcionamiento de las instalaciones sanitarias presentes en un proceso constructivo.	El suministro, abastecimiento de agua potable y evacuación, de la vivienda, ubicada en el distrito de chorrillos, deberá diseñarse en tal forma que garantice, la pureza del agua y evite su contaminación, el consumo mínimo de agua necesario y el correcto funcionamiento y limpieza del sistema, así como todos los cálculos y su representación en planos según conformidad del reglamento nacional de edificaciones norma IS.010	Sistema de Agua	Caudal	Método: científico
				Presión	
				Diámetro	
			Sistema de Desagüe	Diámetro	Enfoque: cuantitativo
				Pendiente	
			Costos	Metrado	Tipo: aplicada
Costo Unitario					
Consumo					
Aguas Grises	Allen (2015, p. 2) nos dice que las aguas grises provienen de lavatorios, duchas, tinas y lavadoras, llegando a decirse que son aguas residuales con un ligero uso, y estas aguas después de su uso llegan a tener jabón, cabello, suciedad o bacterias. Sin embargo, estas aguas logran estar suficientemente limpias para regar las plantas y dar otros posibles usos donde no se requiera agua de calidad potable. Las aguas que no deben ser consideradas como aguas grises son las que salen del inodoro, así mismo como el agua proveniente del lavado de pañales.	Se diseñó un sistema de reutilización de aguas grises en la vivienda ubicada en chorrillos, donde la red colectora de aguas grises proveniente de lavaderos, lavatorios, duchas y lavadora, y la red de distribución de aguas grises tratadas son dirigidos a los tanques de los inodoros y grifos de riego	Composición	Aceites y Grasas	Nivel: Explicativo
				Coliformes totales	
				DBO y BQO	
			Tratamiento	Trampa de Grasa	Diseño: Experimental
				Filtro de Gravas	
				Diámetro	
			Almacenamiento de Aguas Grises	Volumen	Instrumento : . Ficha de recopilación de datos
				Diámetro	
				Caudal	

ANEXO N°2 Matriz de Consistencia

Título: Diseño hidráulico reutilizando las Aguas Grises en una vivienda unifamiliar, en el distrito de Chorrillos, Lima, 2019.						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<u>Problema general</u>	<u>Objetivo general</u>	<u>Hipótesis general</u>				
¿Cómo es el diseño hidráulico de una vivienda unifamiliar sostenible, centrado en la reutilización de Aguas Grises, en el distrito de chorrillos, 2019?	Determinar el diseño hidráulico con la reutilización de las Aguas Grises en una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de chorrillos, 2019.	La reutilización de aguas grises optimiza el diseño hidráulico de una vivienda unifamiliar.	Variable Independiente Aguas Grises	Composición	Aceites y Grasas	DISEÑO: Experimental METODO: Científico ENFOQUE: Cuantitativo NIVEL: Explicativo TIPO: Aplicada
					DBO y BQO	
					Trampa de Grasa	
					Filtro de Gravas	
					Diámetro	
				Almacenamiento Aguas Grises Tratada	Volumen	
					Diámetro	
					Caudal	
			Variable Dependiente Diseño Hidráulico	Sistema de Agua	Caudal	
						Presión
					Diámetro	
					Sistema de Desagüe	Diámetro
						Pendiente
					Costos	Metrado
				Costo Unitario		
				Consumo		
<u>Problemas específicos</u>	<u>Objetivos específicos</u>	<u>Hipótesis específicas</u>				
¿Cuánto es el sistema de agua de un diseño hidráulico centrado en la reutilización de aguas grises de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019?	Diseñar el sistema de Agua centrado en la Reutilización de las Aguas Grises en una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019.	La Reutilización de Aguas Grises influye de manera directa en el Sistema de Agua de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019.				
¿Cuánto es el sistema de Desagüe de un diseño hidráulico centrado en la reutilización de aguas grises de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019?	Diseñar el sistema de Desagüe centrado en la Reutilización de las Aguas Grises en una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019.	La Reutilización de Aguas Grises influye de manera directa en el Sistema de Desagüe de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019.				
¿Cuánto es el costo de un diseño hidráulico centrado en la reutilización de aguas grises de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019?	Cuantificar los costos con la Reutilización de las Aguas Grises en una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019.	La Reutilización de Aguas Grises influye de manera directa en los costos del Diseño Hidráulico de una vivienda unifamiliar sostenible, en el distrito de Chorrillos, 2019.				