



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“DISEÑO DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PARA UNA VIVIENDA  
DE 180 M<sup>2</sup> UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE MANAGUA”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Diana Renée Gómez Lacayo

**Tutor**

Ing. María Elena Baldizón Aguilar

Managua, Marzo 2022

## DEDICATORIA

A Dios

Se lo dedico principalmente por haberme permitido llegar hasta este punto, por darme la fortaleza para cerrar este ciclo y por estar siempre conmigo.

A mi hijo

Quien se convirtió en la inspiración y motivación más grande de mi vida, por quien he decidido subir un escalón más, crecer como persona y como profesional. Gracias por existir, te amo *Michael Acuña Gómez*.

A mi familia

Por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar, creer, apoyar e impulsarme de manera incondicional a lograr mis expectativas.

A mi tutor

Quien ha sido una gran guía, y sin ella no podría haber llegado donde he llegado. Como dijo Albert Einstein; El arte supremo del profesor es despertar la alegría en la expresión creativa y del conocimiento. ¡Gracias por despertarme esa alegría!

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme en la vida, por guiarme a lo largo de esta experiencia, por ser el apoyo y fortaleza en los momentos de dificultad y de debilidad.

Así mismo, y con orgullo agradezco a mis padres Diana Lacayo y José Merlo, porque el esfuerzo y las metas alcanzadas reflejan el fruto del amor, trabajo y sacrificio invertido en sus hijos, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, por no córtame las alas y ser mi inspiración para concluir esta meta.

A mi hermana Vanessa Merlo, quien me impulsa e invita a seguir creyendo que soy capaz de lograr todo aquello que me proponga, gracias por estar siempre para mí, y por celebrar mis logros como tuyos.

De igual forma, agradezco a la ingeniera **María Elena Baldizón Aguilar** por aceptar formar parte de este trabajo de titulación, por guiarme con paciencia a lo largo de la preparación, y compartir su valioso conocimiento sin restricciones.

A la Ingeniera Kharina Valeria Morales le agradezco inmensamente su apoyo desinteresado, compartir sus conocimientos, su tiempo, y el formar parte importante en el cumplimiento de este sueño.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento, cariño y gratitud.

## RESUMEN

El presente trabajo monográfico describe el desarrollo del diseño y cálculo de las obras hidrosanitarias e hidráulicas de una vivienda de una sola planta de 180 m<sup>2</sup>, desde la normativa a aplicar, hasta el cálculo por tablas.

La instalación desarrollada para este caso es de tipo domiciliario, los aparatos sanitarios son de uso privado, en forma general el sistema hidrosanitario estará compuesto por la red de distribución de agua (agua fría, agua caliente y recreación), los muebles sanitarios, la red de desagüe y de ventilación, la red de drenaje pluvial, así como equipos complementarios.

La vivienda se encuentra ubicada en la comarca San Isidro de Bolas, zona urbana de Managua, por lo tanto, la fuente de abastecimiento para el servicio de agua potable se captará directamente de la red pública de ENACAL, pero como el servicio no es continuo, se instalará una cisterna plástica (almacenamiento), para posteriormente a través de un sistema hidroneumático (Bombeo contra la red) distribuirla a la red externa e interna de la vivienda. El sistema fue diseñado considerando un bypass, para abastecer directamente la red en casos donde no se requiera de mucha presión.

El sitio carece de alcantarillado, razón por la cual se diseñó y calculó un sistema de tratamiento de agua residual, con el fin de realizar el correcto descargue y tratamiento de las aguas.

El diseño hidrosanitario propuesto garantizará el confort y la salud de las personas que habitarán la vivienda.

## **INDICE**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Generalidades	1
1.2.	Antecedentes	3
1.3.	Justificación	4
1.4.	Objetivos	5
1.4.1	Objetivo general	5
1.4.2	Objetivos específicos	5
II.	DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO	6
2.1.	Ubicación y Acceso	6
2.2.	Descripción de la edificación	7
2.3.	Servicios existentes en el área de estudio	7
2.3.1.	Red de agua potable	7
2.3.2.	Red de aguas negras	8
2.3.3.	Drenaje pluvial	8
III.	MARCO TEORICO	8
3.1.	Sistema de Agua potable	8
3.2.	Tipos de sistemas de abastecimiento	8
3.1.1.1.	Sistema de alimentación directa	8
3.1.1.2.	Sistema Indirecto	9
3.1.1.3.	Sistema con tanque elevado	9

3.1.1.4. Sistema hidroneumático	10
3.1.1.5. Sistema de presión constante	12
3.1.2. Determinación de Caudales	12
3.1.2.1. Consumo de agua	12
3.1.2.2. Demanda de agua	13
3.1.3. Velocidades de flujo	19
3.1.4. Diámetros y presiones mínimas	20
3.1.5. Almacenamiento	20
3.2. Sistema de Aguas residuales	21
3.2.1. Red de recolección	21
3.2.1.1. Dimensionamiento de tuberías	22
3.2.2. Sistema de tratamiento de aguas residuales	24
3.2.2.1. Tipo de sistema	26
3.2.2.2. Disposición final	28
3.3. Drenaje pluvial	30
3.3.1. Caudales de aguas pluviales	31
3.3.1.1. Método racional	31
3.3.1.1.1. Coeficiente de escorrentía	32
3.3.2. Obras Hidráulicas	32
3.3.2.1. Bajantes	32
3.3.2.2. Canales horizontales	33
3.3.2.3. Tuberías	34
3.3.2.4. Pozos de Infiltración de agua pluvial	34
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	35
4.1. Estudios básicos	35

4.1.1. Recopilación de información	35
4.2. Sistema de agua potable	35
4.2.1. Consumo de agua potable	36
4.2.2. Demanda de agua	36
4.2.3. Fuente de abastecimiento	36
4.2.4. Cálculo de acometida	36
4.2.5. Red de distribución de agua fría	37
4.2.6. Sistema de agua caliente	39
4.2.6.1. Dotaciones	40
4.2.7. Red de distribución de agua caliente	40
4.2.8. Sistema hidroneumático	40
4.3. Red de aguas negras	41
4.3.1. Gastos de aportación de aguas negras	41
4.3.2. Gasto máximo instantáneo	41
4.3.3. Hidráulica de las tuberías de recolección	42
4.3.4. Tratamiento de aguas residuales y disposición final	43
4.3.5. Criterios de cálculo de los procesos de tratamiento	43
4.3.5.1. Tanque Séptico	43
4.3.5.2. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)	45
4.3.5.3. Pozo de Infiltración	46
4.4. Drenaje pluvial	47
4.4.1. Cálculo de caudales	48
4.4.1.1. Coeficiente de escorrentía	48
4.4.1.2. Intensidades de lluvia	50
4.4.2.1. Canales horizontales	50

4.4.2.2. Bajantes	50
4.4.2.3. Tuberías	51
4.4.2.4. Pozo de Infiltración Pluvial	52
V. RESULTADOS	53
5.1. Sistema de agua potable	53
5.1.1. Consumo de agua	53
5.1.2. Acometida	53
5.1.3. Demanda Instantánea	54
5.1.4. Almacenamiento	55
5.1.4.1. Dimensionamiento de la cisterna	56
5.1.5. Cálculo de acometida	56
5.1.6. Red de distribución	56
5.1.7. Presión mínima requerida	57
5.1.8. Sistema hidroneumático	70
5.2. Sistema de aguas negras	72
5.2.1. Red de alcantarillado sanitario	72
5.3. Drenaje Pluvial	80
5.3.1. Drenaje de techos	81
5.3.2. Calculo hidráulico de canales horizontales	81
5.3.3. Bajantes	82
5.3.4. Tuberías de drenaje	82
5.3.5. Cajas de registro pluvial	82
5.3.6. Pozo de infiltración pluvial	82
Cuadro 39. Pozo de Infiltración	89
5.4. Resumen de obras Propuestas	89

5.4.1. Agua Potable	89
5.4.1.1. Acometida	89
5.4.1.2. Red de distribución	90
5.4.1.3. Sistema hidroneumático	90
5.4.1.3.1 Cisterna	90
5.4.1.3.2 Equipo de Bombeo	90
5.4.1.3.3 Tanque Hidroneumático	90
5.4.2. Sistema Sanitario	91
5.4.2.1. Red de recolección	91
5.4.2.2. Tratamiento y descarga final	91
5.4.3. Drenaje Pluvial	92
5.4.3.1. Canales pluviales, bajantes y tuberías	92
5.4.3.2. Pozo de infiltración	92
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
6.1. Conclusiones	93
6.2. Recomendaciones	94
VII. BIBLIOGRAFÍA	96

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Áreas de Construcción. ....	7
Cuadro 2. Unidades de consumo privado para las tuberías de distribución.....	15
Cuadro 3. Unidades de consumo público para las tuberías de distribución. ....	16
Cuadro 4. Gastos probables para aplicación del Método de Hunter. ....	16
Cuadro 5. Factor de simultaneidad. ....	18
Cuadro 6. Velocidad y Caudal máximos admisibles.....	19
Cuadro 7. Diámetros, presiones y caudales según las piezas sanitarias. ....	20
Cuadro 8. Unidades de descarga de aparatos sanitarios.....	23
Cuadro 9. Pendiente de los conductores de descarga y colectores.....	24
Cuadro 10. Temperatura de uso. ....	39
Cuadro 11. Coeficiente de escorrentía.....	49
Cuadro 12. Caudales máximos en bajantes de desagües de aguas de lluvia. ....	51
Cuadro 13. Coeficiente de rugosidad. ....	51
Cuadro 14. Consumo promedio de agua. ....	53
Cuadro 15. Cálculo de acometida. ....	53
Cuadro 16. Demanda de artefactos de agua fría. ....	54
Cuadro 17. Demanda de artefactos de agua caliente. ....	55
Cuadro 18. Demanda instantánea.....	55
Cuadro 19. Cálculo de capacidad de almacenamiento. ....	55
Cuadro 20. Dimensiones de la cisterna plástica.....	56
Cuadro 21. Análisis hidráulico de la red de agua potable - Alternativa 01. ....	60
Cuadro 22. Cálculo desde el punto de conexión a la red. ....	63
Cuadro 23. Análisis hidráulico de la red de agua potable - Alternativa 02. ....	64
Cuadro 24. Cálculo desde el punto de conexión a la red. ....	67
Cuadro 25. Cálculo de presión mínima. ....	70
Cuadro 26. Diámetro y pérdidas en la tubería de succión y descarga. ....	70
Cuadro 27. Cálculo de carga total dinámica del equipo de bombeo. ....	71
Cuadro 28. Cálculo de potencia del equipo de bombeo.....	71
Cuadro 29. Cálculo del tanque hidroneumático.....	72
Cuadro 30. Análisis hidráulico de la red de alcantarillado sanitario.....	75

Cuadro 31. Cálculo del sistema de tratamiento.....	77
Cuadro 32. Cálculo de Biodigestor - Pozo de infiltración. ....	79
Cuadro 33. Calidad de efluente.....	80
Cuadro 34. Cálculo de áreas de techo. ....	83
Cuadro 35. Cálculo hidráulico de canales horizontales de techo. ....	84
Cuadro 36. Diámetros de bajantes pluviales.....	84
Cuadro 37. Análisis hidráulico de la red de drenaje pluvial - Alternativa 01.....	88
Cuadro 38. Análisis hidráulico de la red de drenaje pluvial - Alternativa 02.....	88
Cuadro 39. Pozo de Infiltración .....	89

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Macro localización.....	6
Figura 2. Micro localización.....	6
Figura 3. Sistema de alimentación directa.....	9
Figura 4. Sistema con tanque elevado o indirecto.....	10
Figura 5. Sistema Hidroneumático. ....	11
Figura 6. Diagrama de estratificación de un tanque séptico.....	27
Figura 7. Detalles de un filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.....	29
Figura 8. Pozo de absorción o infiltración. ....	30
Figura 9. Red de abastecimiento del sistema de agua potable – Alt. 01.....	58
Figura 10.Red de abastecimiento del sistema de agua potable – Alt. 02.....	59
Figura 11. Red de aguas residuales domésticas.....	74
Figura 12. Áreas de techo .....	85
Figura 13. Red de drenaje pluvial – Alternativa 01.....	86
Figura 14. Red de drenaje pluvial - Alternativa 02.....	87

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo A: Análisis hidráulico .....	I
Anexo B: Especificaciones técnicas .....	XV
Anexo C: Estudio de suelos .....	XX
Anexo D: Manual de Operaciones y Mantenimiento .....	XXV

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Generalidades**

La instalación sanitaria es uno de los servicios básicos que debe tener cualquier tipo de vivienda o edificación, estas instalaciones se componen de un suministro de agua potable y de alcantarillado de aguas servidas.

Las instalaciones sanitarias de un edificio incluyen las líneas de distribución de agua (agua fría, agua caliente, para combatir incendios, para recreación) los aparatos sanitarios, las tuberías de desagüe y ventilación, las de drenaje pluvial, así como equipos complementarios. En la construcción de las edificaciones, uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de instalaciones sanitarias, estas deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven su calidad y garanticen su cantidad y presión de servicio en los puntos de consumo, con el fin de satisfacer las necesidades básicas del ser humano.

El trabajo a efectuar se refiere a un documento que sirva como referencia del procedimiento para realizar el diseño y cálculo del sistema hidrosanitario de una vivienda, tomando en cuenta los criterios técnicos de normas y reglamentos nacionales e internacionales necesarios que garanticen un correcto funcionamiento de los sistemas de agua potable, residuales y pluviales.

El desarrollo de este proyecto se llevará a cabo en el municipio de Managua, departamento de Managua, ubicado en la comarca San Isidro de Bolas, los cálculos se basarán en los requerimientos de:

- a. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, Edición 2001. (INAA).
- b. International Code Council, Edición 2015.
- c. Código Internacional de Plomería, Edición 2015 (IPC).
- d. Reglamento de Drenaje Pluvial, para el área del municipio de Managua. Managua 1982.
- e. Normas Técnicas para el Abastecimiento y Potabilización del agua (NTON 09003-99).

f. Normas ASTM, ASME, ANSI, NSF para materiales y equipos.

El diseño de este proyecto se respalda por los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de las Obras hidrosanitarias y se ajusta a Normas de Agua Potable y Alcantarillado (NTON 09003-99), editadas por INAA, códigos National Estándar Plumbing Code, (NSPC-2006) y Department of Commerce Building Code (U.S.D.C) y Normas Norteamericanas por el Método de Hunter, así como se ha demostrado en otros proyectos que se han desarrollado en el país.

## **1.2. Antecedentes**

En los últimos años han aumentado las construcciones a nivel nacional. El panorama en la mayoría de las ciudades de Nicaragua ha venido cambiando con el aumento de viviendas, centros comerciales y corporativos; siguiendo una tendencia mundial por la construcción de diversos edificios para variados usos, en este caso de uso domiciliar.

Las instalaciones sanitarias para este caso, serán del tipo domiciliario, donde se consideraron los aparatos sanitarios de uso privado. Estos requieren un diseño eficiente de acuerdo con la capacidad hidráulica, económica y según el tipo de edificación que satisfaga las necesidades de la población a servir. Los servicios públicos están íntimamente ligados con la noción de satisfacción de necesidades colectivas (esto es las que tienen un conjunto de personas), en este caso el barrio San Isidro de Bolas ya cuenta con el servicio de agua potable por lo que se solicitará para la vivienda la conexión a la red pública que pasa cerca del sitio del proyecto.

No existe alcantarillado sanitario ni pluvial, por lo que se ha previsto para la vivienda la recolección y sistema de tratamiento de sus aguas residuales y la recolección y disposición final de las aguas pluviales

### **1.3. Justificación**

La importancia del agua para la vida del ser humano, las plantas y la vida silvestre simplemente no se puede sobrestimar. Es fundamental para todas las formas de vida y su gestión y descarga adecuadas deben ser una parte integral de cualquier proyecto sustentable. El impacto del uso de agua va más allá de cuánta agua se consume, abarca la energía que se requiere con el fin de obtener agua para un sitio y el tratamiento del agua después de abandonar el sitio.

El uso del agua en las edificaciones pertenece a tres categorías generales: uso de agua en interiores, uso de agua en el exterior para jardinería paisajista y agua en proceso.

En el presente proyecto se ha exigido realizar el diseño hidrosanitario que cumpla con las normas vigentes, sea eficiente y de costo razonable. El desarrollo de este beneficiará principalmente a los ocupantes del proyecto, también podrá contribuir de manera didáctica a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil, ya que podrá ser utilizado para apoyo y referencia al momento de efectuar un diseño hidrosanitario.

En la elaboración del diseño se tomaron en cuenta los factores que influyen en un proyecto de este tipo, así como los elementos que lo conforman, tales como: tuberías, accesorios, equipos de bombeo, cisterna y depósitos de agua etc.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar las instalaciones hidrosanitarias para una vivienda de 180 m<sup>2</sup> en la ciudad de Managua.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

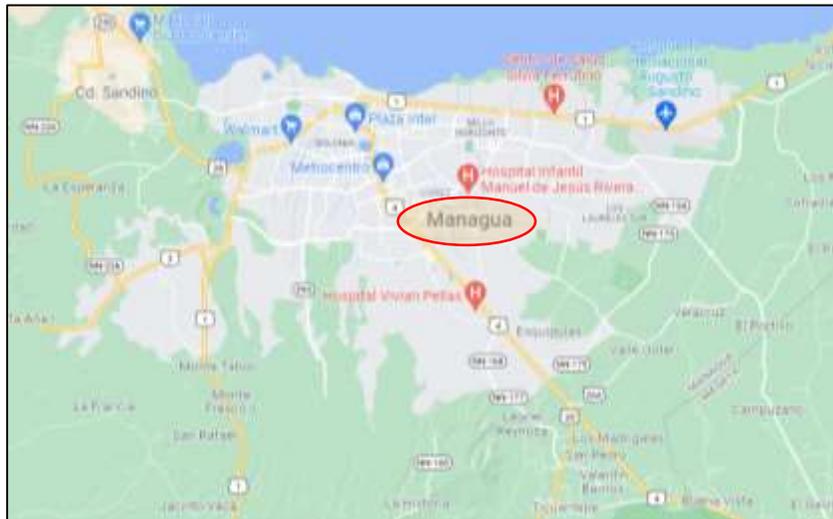
1. Calcular y Diseñar el sistema de agua potable para la edificación, con el propósito de dotar con el servicio todas las baterías de baños y áreas de servicio que conforman la edificación.
2. Calcular los consumos, demandas y aportes de volúmenes de agua según el uso de la edificación y tipo de muebles a utilizar.
3. Definir el tipo de sistema hidroneumático que satisfaga la demanda de agua potable del edificio.
4. Diseñar el sistema de aguas residuales con diámetros y pendientes adecuadas para su correcto funcionamiento.
5. Diseñar planta de tratamiento y disposición final de los efluentes, para proveer de un correcto proceso de manejo y tratamiento de aguas residuales.
6. Diseñar hidráulicamente el sistema de drenaje pluvial y la disposición final de las aguas de escorrentía.
7. Dar a conocer la forma de operación y mantenimiento necesario en las instalaciones hidrosanitarias.

## II. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

### 2.1. Ubicación y Acceso

El desarrollo de este proyecto se llevará a cabo en el municipio de Managua, departamento de Managua, ubicado en Comarca San Isidro de Bolas (figura 1 y 2.), distrito III.

**Figura 1.** Macro localización.



**Figura 2.** Micro localización



## 2.2. Descripción de la edificación

La edificación motivo del presente estudio; será de uso habitacional, de un nivel, y con área de jardín y terrazas. El área del terreno es de 954.02 m<sup>2</sup>, y el área de construcción total es de 196.05 m<sup>2</sup> (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Áreas de Construcción.**

ITEM	AMBIENTES	ÁREA (m <sup>2</sup> )
1	Habitación principal	22.31
2	Servicio Sanitario principal	4.98
3	W. Closet	6.73
4	Habitación 2	14.56
5	Servicio Sanitario	4.63
6	Habitación 1	14.56
7	Habitación de servicio	8.00
8	Sanitario de servicio	3.59
9	Área de lavado	13.05
10	Comedor/Cocina	26.41
11	Sala	20.00
12	Servicio Sanitario de visita	2.50
13	Porche	7.85
14	Sala de estar	14.28
15	Pasillos y terrazas	32.59
	<b>TOTALES</b>	<b>196.05</b>

## 2.3. Servicios existentes en el área de estudio

### 2.3.1. Red de agua potable

La fuente de agua a utilizar es la red pública. El diámetro de la tubería del punto de acople es de 2" (50 mm) de policloruro de vinilo (PVC), encontrándose al costado noreste exactamente a 1.67 m del proyecto.

### **2.3.2. Red de aguas negras**

No poseen el servicio de alcantarillado sanitario, la población hace uso de pozos de absorción, y sumideros; convirtiéndose en un factor de riesgo y contaminación físico ambiental para la población.

### **2.3.3. Drenaje pluvial**

No existe debido a esto es que se forman charcas en las calles, escorrentías de las aguas servidas, además del arrastre de basura.

## **III. MARCO TEORICO**

### **3.1. Sistema de Agua potable**

Las instalaciones sanitarias son consideradas como sistemas conformados por un conjunto de tuberías, accesorios, equipos y otros elementos, que tienen por finalidad el abastecimiento de agua y la eliminación de aguas residuales de una edificación con el fin de proteger la salud de las personas. Así mismo indica que para alimentar la red interior desde la red municipal se construye lo que comúnmente se conoce como instalación domiciliaria, que va desde la tubería de abastecimiento público hasta el medidor de consumo.

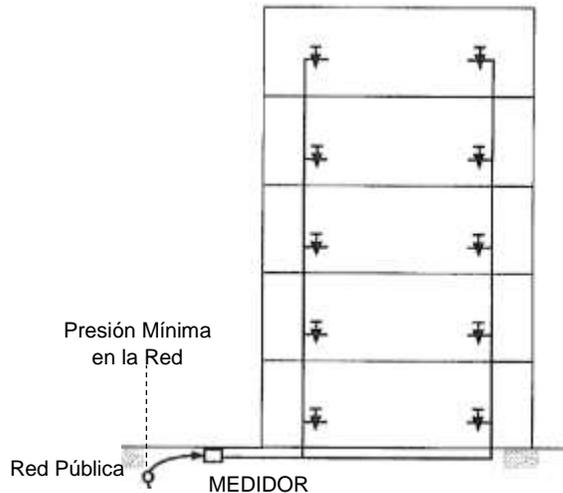
### **3.2. Tipos de sistemas de abastecimiento**

#### **3.1.1.1. Sistema de alimentación directa**

Este sistema se refleja en la **figura 3** y ocurre cuando el abastecimiento es directo de la red pública, es también llamado flujo ascendente. Este sistema se utiliza cuando la presión de servicio es superior o igual a la necesidad para la alimentación

de cada aparato de la edificación. En la utilización de este sistema se puede observar la condición de  $H_{acople} > H_{residual}$ .

**Figura 3.** Sistema de alimentación directa.



**Fuente:** De Instalaciones Sanitarias en Edificaciones, Luis Castillo, 2016.

### 3.1.1.2. Sistema Indirecto

Se dice indirecto ya que el agua proveniente de la red pública no llega directamente a los equipos, sino llegan indirectamente por medio de una cisterna y una bomba que eleva el agua al Tanque Elevado, en este caso cuando la presión de la red pública no es suficiente para abastecer a los pisos altos requerirá este sistema con sus variantes acá explicada en casos.

### 3.1.1.3. Sistema con tanque elevado

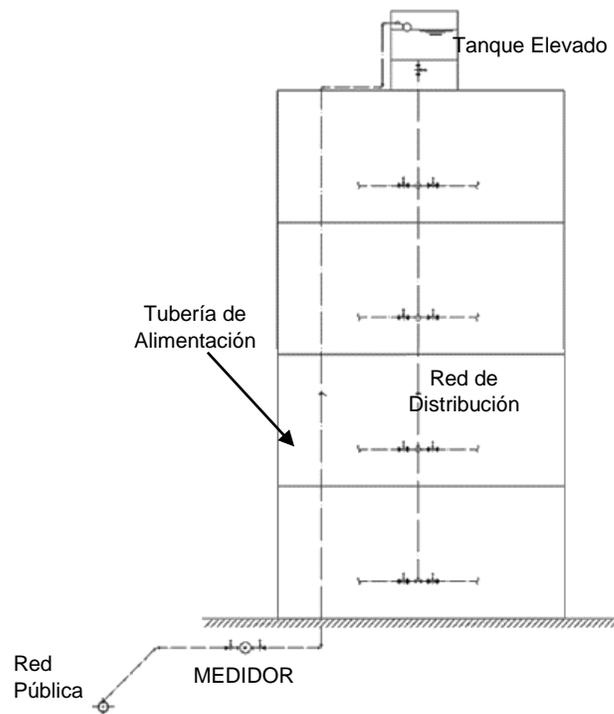
Cuando los aparatos sanitarios o tomas son abastecidos por un tanque elevado, debido a que el abastecimiento directo a través de la red pública puede ser insuficiente. Este sistema representado en la **figura 4**, es llamado de flujo ascendente y se utiliza en edificaciones que no exceden los cuatro pisos, cuando la

altura de carga periódicamente es insuficiente en la red de la ciudad,  **$H_{acople} = \text{Variable}$** ,  **$H_a > H_r$**  y  **$H_a < H_r$** .

Cuando la carga es suficiente para satisfacer la demanda de los consumidores, o sea  **$H_a > H_r$** , el agua llegaría a los accesorios y al tanque elevado.

Cuando la carga en el punto de acople de la ciudad disminuye menos que la magnitud de  **$H_a < H_r$** , el agua se distribuye por gravedad a través del tanque, ubicado en el punto más elevado del edificio, hacia los accesorios.

**Figura 4.** Sistema con tanque elevado o indirecto.



**Fuente:** De Instalaciones Sanitarias en Edificaciones, Luis Castillo, 2016.

#### 3.1.1.4. Sistema hidroneumático

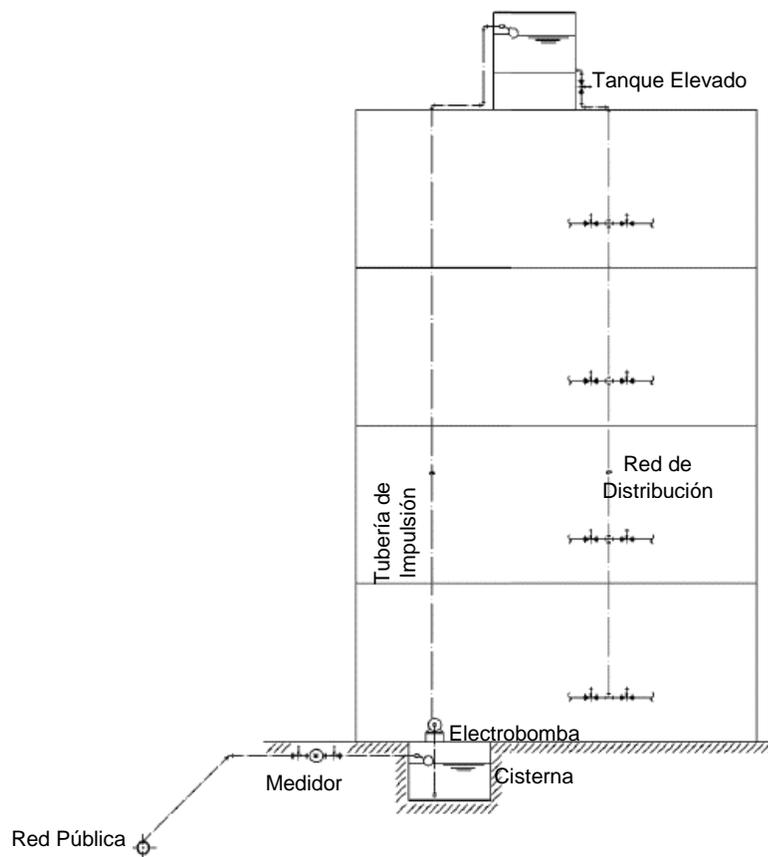
Este sistema suministra directamente presión al agua de la red interior o a una parte de ésta, sin necesidad de tener un tanque elevado. En este sistema, el elemento principal es el tanque de presión (tanque hidroneumático), que puede ser horizontal

para los casos en que se necesite tal sistema para trabajos pesados, o un tanque vertical para trabajos más livianos, tal como se refleja en la **figura 5**.

Estos equipos se utilizan básicamente de dos modos:

- Como equipo único e independiente para el suministro a la red interior.
- Como equipo auxiliar para la red interior (parte de toda la red o toda la red).

**Figura 5.** Sistema Hidroneumático.



**Fuente:** De Instalaciones Sanitarias en Edificaciones, Luis Castillo, 2016.

#### 3.1.1.5. Sistema de presión constante

El sistema tiene como propósito abastecer de agua potable directamente los puntos de salida de agua de la red interior de una forma eficiente en el caudal a pesar de la variabilidad en las demandas.

Este sistema ha reemplazado a los demás sistemas, puesto que no se necesita utilizar tanques elevados para el suministro de agua, solo bastaría succionar el agua de un almacenamiento de la parte de abajo y bombear el agua por la red hasta cada punto de salida ubicado en los aparatos sanitarios en la edificación. Se puede utilizar una o varias bombas dependiendo de la demanda que se requiera.

### 3.1.2. Determinación de Caudales

#### 3.1.2.1. Consumo de agua

El objeto al diseñar los sistemas de abastecimiento de agua para edificaciones es asegurar el abastecimiento adecuado de agua a todos los accesorios en todo tiempo y lograr el dimensionamiento económico de la tubería. El consumo de agua depende:

- Del uso del edificio (doméstico, industrial o comercial).
- De las costumbres y hábitos de los ocupantes
- Del sistema de distribución adoptado
- Del uso de medidores
- Edificios destinados a vivienda unidad de consumo l/pers ó gal/pers

Para hacer esto con una base racional, es necesario estimar tan exactamente como sea posible el probable gasto máximo de flujo o la demanda para la cual debería hacerse la provisión en cada porción del sistema, incluyendo el servicio de agua.

En las instalaciones hidráulicas en edificios se puede considerar los siguientes consumos y caudales de agua potable:

- **Consumo máximo diario:** es el máximo volumen previsto para utilizarlo en 24 horas en la edificación.
- **Caudal máximo posible:** es el caudal instantáneo resultante en el uso simultáneo de todos los aparatos.
- **Caudal máximo probable:** es el caudal instantáneo obtenido en uso normal de los aparatos, esto es, llevando en cuenta una probabilidad de funcionamiento simultáneo de un determinado número de aparatos en cierto momento o durante un espacio de tiempo del día.

#### 3.1.2.2. Demanda de agua

La demanda en los sistemas domésticos de abastecimiento de agua no puede ser determinada exactamente. El hecho de que la mayoría de los accesorios de plomería en los edificios son usados intermitentemente, y la probabilidad de uso simultáneo de tales accesorios no pueden ser establecidos definitivamente. Además, cada tipo de accesorio de plomería, produce su propio efecto de carga singular en el sistema.

La demanda máxima probable se considera dependiente de tres factores básicos:

- Cantidad, clase y tipo de uso (privado o público) correspondiente a los muebles sanitarios instalados.
- Simultaneidad de uso a que están sometidos estos muebles.
- Los consumos puntuales correspondientes a aquellos muebles sanitarios o equipos que presentan un régimen de consumo que pueden ser simultáneos.

Para el diseño del sistema de un edificio es indispensable la determinación de la demanda de agua y se determina en base al No. Artefactos sanitarios y el gasto

asignado a cada uno de ellos. Para determinar la demanda se utilizará el método siguiente:

**a) Método de Hunter**

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es su número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. Para estimar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de él, debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que prestarán los aparatos es público o privado.

El método pretende evaluar el caudal máximo probable y se basa en el concepto de que únicamente unos pocos aparatos, de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado.

El efecto de cada aparato que forma parte de un grupo numeroso de elementos similares, depende de:

- Caudal del aparato, o sea la tasa de flujo que deja pasar el servicio ( $q$ ).
- Frecuencia de uso: tiempo entre usos sucesivos ( $T$ ).
- Duración de uso: tiempo que el agua fluye para atender la demanda del aparato ( $t$ ).

Es obvio indicar que el gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado, sin embargo, esta condición puede presentarse, pero en muy raras ocasiones.

Según Hunter, se tiene un funcionamiento satisfactorio cuando las tuberías están proporcionadas para suministrar la carga de demanda para el número ( $m$ ) del total de ( $n$ ) aparatos del edificio, de tal forma que no más de ( $m$ ) serán encontrados en uso simultáneo por más del 1% del tiempo.

El cálculo de las unidades de gasto se hace teniendo en cuenta el tipo de edificación, tal como se indica a continuación:

- **Uso Privado:** Se presenta cuando los baños, como su nombre lo indica, son de uso privado o limitado, el cálculo de las unidades de gasto se hace considerando cada tipo de ambiente como un conjunto y no por aparatos individualmente, se asigna su unidad de Hunter correspondiente al **cuadro 2**.
- **Uso Público:** Están ubicados en baños de servicio público, es decir varias personas pueden ingresar al baño y utilizar diferentes aparatos sanitarios, en este caso se considera individualmente cada uno de los aparatos sanitarios, dándoles las unidades de Hunter de acuerdo al **cuadro 3**.

Sumando todas las unidades Hunter y entrando en el **cuadro 4** se consigue la máxima demanda simultánea o gasto probable.

**Cuadro 2.** Unidades de consumo privado para las tuberías de distribución.

Tipo de Mueble Sanitario	Unidades de Consumo		
	T	AF	AC
<b>Uso Privado</b>			
Lavabo	1	0.75	0.75
Inodoro de tanque	3	3	-
Inodoro de válvula flush	6	6	-
Bidé	2	1.5	1.5
Ducha	2	1.5	1.5
Bañadera	2	1.5	1.5
Fregadero	3	2.25	2.25
Lavadero	3	3	-
Toma de manguera para riego o limpieza DN, 15	3	3	-
Vertedero de limpieza DN, 15	3	3	-
Grupo de baño tanque	6	4.5	-
Grupo de baño válvula flush	8	7.5	-

Fuente: Instalaciones Sanitarias en Edificaciones, Enrique Jimeno.

**Cuadro 3.** Unidades de consumo público para las tuberías de distribución.

Tipo de Mueble Sanitario	Unidades de Consumo		
	T	AF	AC
<b>Uso Público</b>			
Lavabo	2	1.5	1.5
Inodoro de tanque	5	5	-
Inodoro de válvula flush	10	10	-
Urinario de tanque, lavado controlado	3	3	-
Urinario de válvula flush	5	3	-
Urinario de pedestal con válvula flush	10	10	-
Ducha	4	3	3
Fregadero de pantry	3	2.25	2.25
Fregadero de cocina	4	3	3
Bebedero	0.5	0.5	-
Caja de agua	1	1	-
Toma de manguera para riego o limpieza, DN 15	2	1.5	1.5
Toma de manguera para riego o limpieza, DN 20	4	4	-
Vertedero de limpieza DN 20	3	3	-
Vertedero de limpieza DN 20	4	4	-
<p><b>NOTA:</b> En las columnas que contienen los valores correspondientes a las unidades de consumo se les dará la interpretación siguiente:  T: Consumo total del mueble sanitario.  AF: Consumo de agua fría.  AC: Consumo de agua caliente.</p>			

Fuente: Instalaciones Sanitarias en Edificaciones, Enrique Jimeno.

**Cuadro 4.** Gastos probables para aplicación del Método de Hunter.

Nº de unidades	Gasto Probable (l/s)		Nº de unidades	Gasto Probable (l/s)		Nº de unidades	Gasto Probable (l/s)
	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	.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

Nº de unidades	Gasto Probable (l/s)		Nº de unidades	Gasto Probable (l/s)		Nº de unidades	Gasto Probable (l/s)
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
20	0.54	1.33	24	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	PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA	
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		

Fuente: Instalaciones Sanitarias, Jorge Ortiz.

#### b) Factor de simultaneidad

La determinación del porcentaje de utilización de los aparatos es hecha por cálculos matemáticos de probabilidades que establecen una fórmula aproximada del porcentaje del número de aparatos que se deben considerar funcionando simultáneamente, en función del número total de ramales que sirve. El método solo debe ser aplicado a sistemas que tengan un elevado número de aparatos sujetos a uso frecuente, pues para condiciones normales conducirá a diámetros exagerados.

Por eso la selección final de diámetros debe efectuarse dentro de un criterio lógico y para condiciones que se parezcan a la realidad del país.

Existen diferentes formas de aplicación del método de probabilidades habiéndose, inclusive, preparado curvas de probabilidades y tablas diversas, por lo que se recomienda usar, como un primer tanteo o estimativa, la tabla de probabilidades de uso de los aparatos sanitarios bajo condiciones normales **cuadro 5**, preparada por el U.S Department of Commerce Building Code, debiéndose reiterar que cuanto mayor es el número de aparatos, existe menos probabilidad de uso.

**Cuadro 5.** Factor de simultaneidad.

Nº de aparatos n	1	2	3
	Factor de simultaneidad		
	Predominio comunes	Predominio fluxómetro	Comunes en vivienda
1	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00
3	0.80	0.65	0.70
4	0.68	0.50	0.57
5	0.62	0.42	0.50
6	0.58	0.38	0.44
7	0.56	0.35	0.40
8	0.53	0.31	0.37
9	0.51	0.29	0.35
10	0.50	0.27	0.33
12	0.48	0.24	0.30
14	0.45	0.20	0.27
16	0.44	0.19	0.25
18	0.43	0.17	0.24
20	0.42	0.16	0.23
25	0.40	0.13	0.20
30	0.38	0.12	
40	0.37	0.09	
50	0.36	0.08	
60	0.35	0.07	
70	0.34	0.061	
80	0.33	0.053	
90	0.32	0.046	
100	0.31	0.042	

Nº de aparatos n	1	2	3
	Factor de simultaneidad		
	Predominio comunes	Predominio fluxómetro	Comunes en vivienda
200	0.30	0.031	
300	0.29	0.020	
400	0.28	0.019	
500	0.27	0.015	
600	0.265	0.014	
700	0.26	0.013	
800	0.258	0.012	
900	0.255	0.011	
1000	0.25	0.10	

Nota: la diferencia entre aparatos comunes y de fluxómetro, obedece a que en estos últimos, la descarga de las válvulas de fluxómetro, hacen menos probable su coincidencia en el tiempo. Por ello, a igualdad de n, es menor F para los aparatos de fluxómetro.

Fuente: Instalaciones Sanitarias, Jorge Ortiz.

### 3.1.3. Velocidades de flujo

Para el dimensionamiento de las tuberías de distribución se recomienda una velocidad mínima de 0.60 m/s, y una velocidad máxima de 2.00 m/s, las velocidades máximas permisibles se basaron en el Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones del colegio federado de arquitectos y de ingenieros de Costa Rica. Reflejados en el **cuadro 6**.

**Cuadro 6.** Velocidad y Caudal máximos admisibles.

½	15	1.34	0.35	0.138
¾	20	1.53	0.67	0.130
1	25	1.71	1.17	0.123
1 ¼	32	1.92	2.09	0.116
1 ½	40	2.00	2.85	0.106
2	50	2.00	4.45	0.082
2 ½	62	2.00	6.52	0.065
3	75	2.00	9.66	0.052
4	100	2.00	15.97	0.039

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, 2017.

### 3.1.4. Diámetros y presiones mínimas

Los aparatos tendrán que cumplir con los diámetros mínimos de acoples, así como las presiones mínimas requeridas para que estos trabajen adecuadamente, dichos valores son correspondientes a el Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones del colegio federado de arquitectos y de ingenieros de Costa Rica (cuadro 7).

### 3.1.5. Almacenamiento

Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provisto de uno o varios tanques de almacenamiento que permitan el suministro de agua en forma adecuada a todas las piezas sanitarias o instalaciones previstas. Estos tanques podrán instalarse en los niveles inferiores (tanque de captación), en pisos intermedios, o sobre el edificio (elevados).

**Cuadro 7.** Diámetros, presiones y caudales según las piezas sanitarias.

Accesorio / salida sanitaria	Diámetro mínimo (mm)	Presión mínima (m.c.a)
Tina de Baño	15	2
Bidé	15	3
Ducha	15	2
Fregadero Doméstico	15	2
Fregadero Comercial	15	2
Fregadero Clínicas	15	4
Inodoro Con Tanque	15	2
Inodoro Con Fluxómetro	32	7 a 14
Fuente para beber	15	2.5
Lavatorio	15	2
Lavadora	15	3.5
Llave para riego (jardín)	15	10
Mingitorios Con Tanque	20	2
Mingitorio Con Fluxómetro	20	5 a 10
Lavaplatos domésticos	15	2
Pileta de lavar	15	2

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, 2017.

### **3.2. Sistema de Aguas residuales**

La vida diaria y las diferentes actividades de higiene, limpieza o industriales que las personas realizan en las edificaciones, dan lugar a la eliminación de desechos humanos, desperdicios orgánicos e inorgánicos, utilizando agua y generándose una mezcla de líquidos y sólidos, así como gases. A esta mezcla se denomina aguas residuales.

Por su naturaleza, las aguas residuales contienen elementos nocivos a la salud por lo que es necesario y conveniente evacuarlas de las edificaciones lo más rápido posible, ya sea a la red pública de alcantarillado o a través de una disposición final propia.

Sin embargo, tanto la red pública de alcantarillado como los cuerpos receptores en el caso de una disposición final propia, tienen una limitada capacidad de recepción de elementos nocivos, cuyos límites se fijan en las normas vigentes, a fin de preservar el medio ambiente, la salud de los pobladores y facilitar los procesos de tratamiento.

Esto significa que, en muchos casos, antes de descargar las aguas residuales en la red pública de alcantarillado o en los cuerpos receptores, es necesario realizar un tratamiento que adecúe las aguas residuales.

#### **3.2.1. Red de recolección**

Es aquel sistema cuyas redes de aguas residuales transportan a estas desde los puntos de recolección hasta la descarga a las redes públicas de alcantarillado o al punto de disposición final por gravedad, estableciendo para ello pendientes

adecuadas en relación al diámetro de las tuberías, de acuerdo a las condiciones hidráulicas.

El sistema de drenaje sanitario está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar y descargar las aguas negras a un medio adecuado y apropiado de eliminación, tal como un sistema de alcantarillado sanitario o un sistema de eliminación privada, la cual debe ajustarse a los reglamentos de la autoridad sanitaria.

#### 3.2.1.1. Dimensionamiento de tuberías

En esta etapa se establecerá principalmente el diámetro y la pendiente de las tuberías que conforman las redes de recolección y evacuación, así como las dimensiones y características de las cámaras de inspección y los demás elementos del sistema.

El movimiento de las aguas residuales en las redes de recolección no es un movimiento laminar y uniforme, debido a la naturaleza y composición de ellas, a las diferentes formas de moverse y a los numerosos cambios de dirección en cortas distancias, razón por la que no es posible aplicar fórmulas hidráulicas racionales para la determinación de los diámetros y pendientes de las tuberías. Por lo tanto, Para la estimación de los caudales descargados por las diferentes piezas sanitarias, así como los diámetros mínimos de los sifones y los conductos de descargas de dichos aparatos, se utilizarán los valores de unidades de descarga dados en el **cuadro 8** establecido en el código costarricense.

**Cuadro 8.** Unidades de descarga de aparatos sanitarios.

Accesorio	Diámetro mínimo sifón y conducto de descarga (mm)	Unidades de descarga		Caudal de diseño (l/s)
		Uso privado	Uso público	
Tina	38	2	4	0.6
Bidé	38	1	2	0.6
Ducha	50	2	4	0.6
Fregadero doméstico	38	2	4	0.6
Fregadero Comercial	50	-	1	0.6
Inodoro con tanque	100	3	5	1.5
Inodoro con válvula semiautomática	75	6	10	1.5
Lavatorio (uso residencial)	31	1	2	0.3
Lavatorio (uso colectivo)	38	4	-	0.6
Lavadora	50	2	2	0.9
Mingitorio corrido (por metro)	50	0.5	-	0.6
Mingitorio con válvula semiautomática 19mm		3		1.2
Pileta de lavar	38	4 a 5	5 a 6	0.6
Lavaplatos doméstico	12	1.5	-	
Fregadero (clínicos)	12	8	-	
Pileta de lavar	12	2	4	

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, 2017.

### 3.2.1.1.1. Pendientes adecuadas

A fin de obtener una velocidad de arrastre adecuada en las redes y evitar la erosión o sedimentación, y como consecuencia del deterioro en las tuberías o atoros constantes, se deberán determinar las pendientes requeridas. Como en el interior de las edificaciones el desagüe no se comporta en una forma estrictamente hidráulica, por el recorrido obligado por muchos cambios de dirección y niveles, no es conveniente aplicar fórmulas racionales, habiéndose establecido pendientes mínimas teniendo en cuenta el diámetro de las tuberías, las mismas que figuran en las normas vigentes.

En el código costarricense la pendiente de los tramos horizontales de los conductos de descarga y los colectores secundarios y primarios será uniforme. Para determinar su diámetro y pendiente se tendrán las siguientes consideraciones:

- El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de las piezas que en él descarguen.
- En el caso de conductos de descarga y colectores de menos de 150 mm, se respetarán las pendientes mínimas indicadas en el **cuadro 9**.

**Cuadro 9.** Pendiente de los conductores de descarga y colectores.

<b>Diámetros (mm)</b>	<b>Pendientes mínima (%)</b>
50	2
75	2
100	1.5
150	1
200	1

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, 2017.

#### 3.2.1.1.2. Velocidades

El conducto deberá funcionar a canal abierto con velocidades entre 0.6 y 3 m/s.

Para el caudal de diseño, la descarga llenara como máximo la mitad de la altura del colector, en condiciones de flujo uniforme.

#### 3.2.2. Sistema de tratamiento de aguas residuales

Por lo general, en una ciudad las aguas residuales de las edificaciones son dispuestas en las redes públicas de alcantarillado previa factibilidad otorgada por la empresa que administra estos servicios, en este caso por estar fuera de los alcances de dichas redes, será necesario realizar el tratamiento adecuado para su disposición final.

Los sistemas para el tratamiento de aguas residuales consisten en una o varias unidades sencillas o especializadas, que por etapas consecuentes mejoran la calidad del agua, eliminando los elementos contaminantes que se le anexaron, antes de hacer su vertido.

A pesar de que son muchos los métodos para el tratamiento de las aguas residuales, todos pueden incluirse dentro de los cinco procesos siguientes:

- Tratamiento preliminar.
- Tratamiento primario.
- Tratamiento secundario.
- Cloración.
- Tratamiento de los lodos

**Tratamiento primario:** permite la sedimentación de sólidos mediante un proceso físico o químico, en los que la DBO5 de las aguas residuales que entren, se reduzca, por lo menos, en un 40% y 60% antes del vertido.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas negras para que puedan sedimentarse los sólidos. Debido a la diversidad de diseños pueden dividirse en cuatro grupos generales:

- a. Tanques sépticos.
- b. Tanques Imhoff.
- c. Tanques de sedimentación simple con eliminación mecánica de los lodos.
- d. Clasificadores de flujo ascendente con eliminación mecánica de los lodos.

En muchos casos el tratamiento primario es adecuado para permitir la descarga del efluente a las aguas receptoras.

**Tratamiento Secundario:** Proceso que elimina de las aguas la materia orgánica biodegradable y que no ha sido retirada por el tratamiento primario. Consiste en la inclusión de procesos biológicos en los que predominan las reacciones bioquímicas, generadas por microorganismos capaces de asimilar la materia orgánica, tratamiento biológico con sedimentación secundaria u otro proceso, en el que se respeten los requisitos que se establecerán reglamentariamente.

Dispositivos utilizados para esto:

- a. Filtros goteadores con tanques de sedimentación secundaria.
- b. Tanques de aeración.
- c. Filtro anaeróbico de flujo ascendente.
- d. Filtros de arena intermitentes.
- e. Estanques de estabilización.

#### 3.2.2.1. Tipo de sistema

Se recomienda instalar un sistema de tratamiento que garantice que el agua efluente del sistema cumpla los parámetros de purificación establecidos por las autoridades, por lo tanto, se utilizará un tanque séptico como tratamiento primario y el FAFA será aplicado como tratamiento secundario complementario.

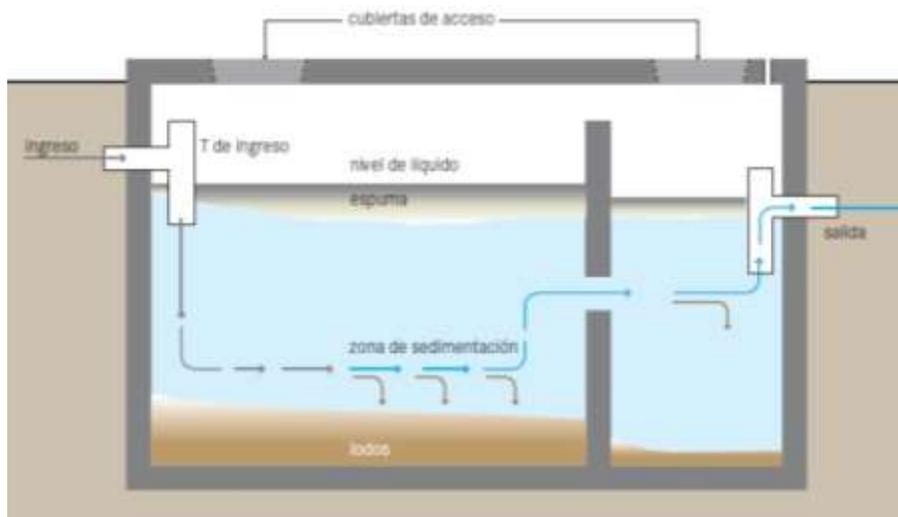
##### ➤ **Tanque séptico**

Es un sistema anaerobio para el tratamiento individual de residuos que utiliza la capacidad que tiene el suelo para absorber, en condiciones tradicionales y `básicas de la técnica, Se puede definir como una estructura o depósito generalmente rectangular e impermeable, que tiene por finalidad separar los sólidos sedimentables y flotantes contenidos en las aguas residuales, con el objeto de reducir la carga orgánica, los lodos y en menor proporción la carga bacteriana.

La principal función del tanque séptico es la eliminación de los sólidos de las aguas residuales, la acumulación y el almacenamiento de lodos, la descomposición de material sólido en un proceso anaeróbico y finalmente descargar el efluente parcialmente tratado para su posterior tratamiento.

Estos sistemas generalmente están diseñados para tratar agua residual durante un tiempo de retención hidráulico (TRH) mínimo de 32 o 72 horas, lo que permite la separación de partículas suspendidas. En este tipo de sistemas, como se muestra en la **Figura 6**, los sólidos flotantes, las grasas y los aceites tienden a acumularse en la superficie, en donde una capa flotante de espuma o nata mientras que los lodos se sedimentan en el fondo del tanque los cuales deben ser extraídos periódicamente para que el tiempo de retención del tanque, necesario para sus diferentes funciones, no disminuya. Los tanques sépticos actúan también como trampas de grasa, por lo que no precisan la instalación previa de trampas para grasas y sólidos como paso previo.

**Figura 6.** Diagrama de estratificación de un tanque séptico.



**Fuente:** Instituto Tecnológico de Costa Rica, Tilley et al., 2014.

### ➤ **Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)**

Es un componente ocasional de plantas de tratamiento. La función del filtro, también llamado reactor anaerobio tiene por finalidad reducir la carga contaminante de las aguas servidas. El agua servida alimenta al filtro a través del fondo, construido de forma que permita distribuir el flujo en forma uniforme en toda la sección del filtro. El agua a ser tratada se hace pasar a través de un cuerpo poroso (piedra), llevándola al contacto con una fina biopelícula de microorganismos adheridos a la superficie, o floculados, donde se realiza el proceso de degradación anaerobia.

Esta tecnología es utilizada para tratar el efluente de sedimentadores posteriores al pre tratamiento, ya que estos remueven la basura y los sólidos que puedan obstruir el filtro. Los filtros anaerobios generalmente operan en modo de flujo ascendente, ya que así hay menos riesgo de que se lave la biomasa fija.

En la **figura 7** se presentan los detalles de esta unidad de tratamiento, por lo que se hace énfasis en las alturas mínimas de fondo falso, altura de lecho y la altura del nivel de agua respecto al lecho que es la zona de sedimentación, que permite obtener un efluente sin partículas del sustrato biológico.

#### 3.2.2.2. Disposición final

La disposición final de las aguas tratadas, puede ser de tres formas:

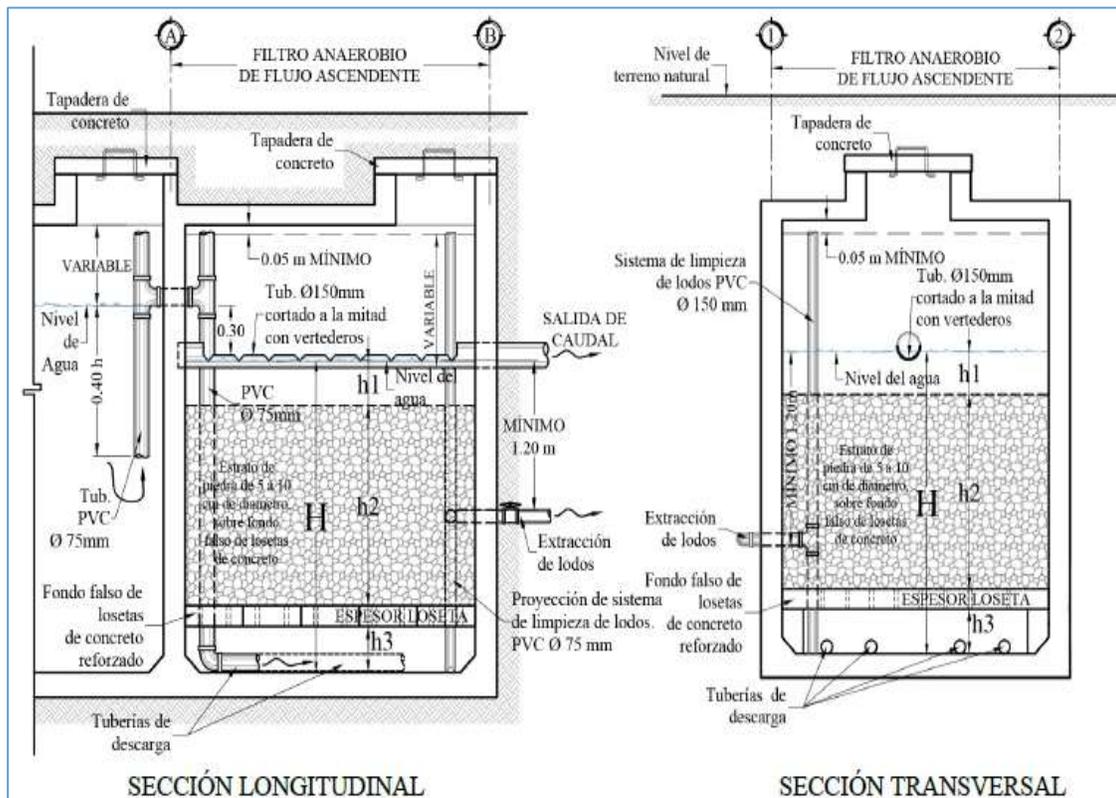
- a. Por irrigación (sobre la superficie del terreno).
- b. Subsuperficial (por debajo de la superficie).
- c. Por dilución (en ríos, lagos o el mar).

### ➤ **Pozo de absorción o de infiltración**

Se ubican después de los sistemas individuales utilizados para el tratamiento de aguas residuales, para cumplir con el mismo objetivo de conducir los volúmenes de

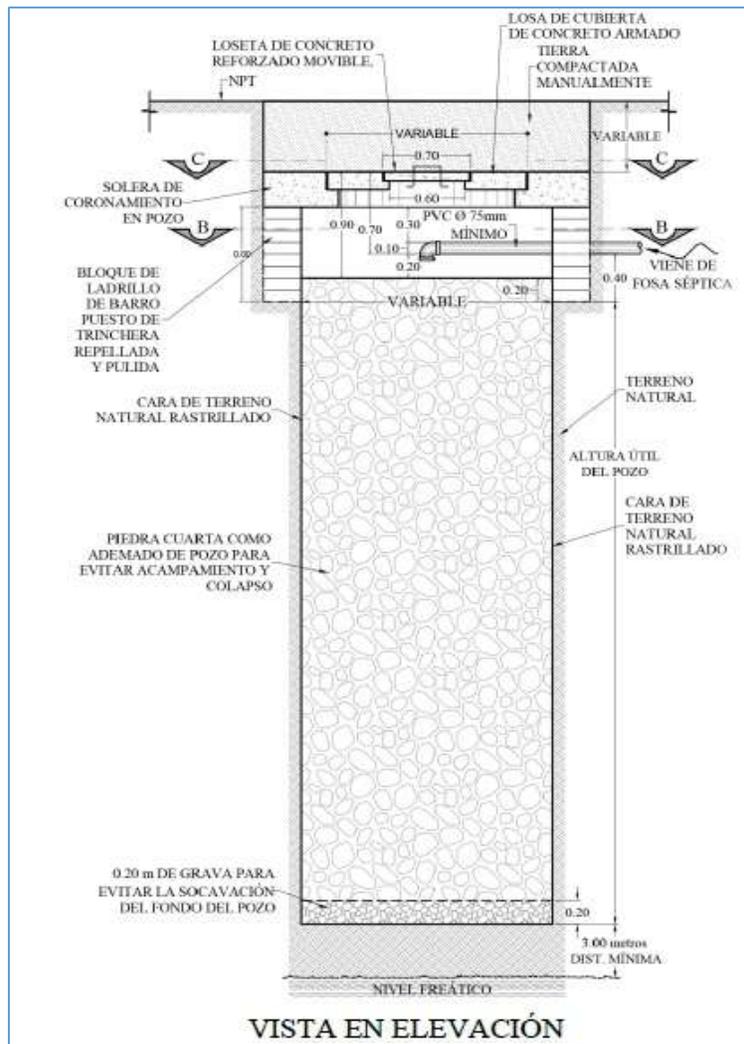
agua tratada hacia los estratos inferiores del suelo. Estos pozos son excavaciones, por lo general cilíndricas (**figura 8**), en diámetros de un metro o mayores y en profundidades de 3 metros o más. El fondo de estos pozos igual que las indicaciones anteriores, debe estar por lo menos 2 m sobre los niveles subterráneos de agua que puedan existir en cada sitio.

**Figura 7.** Detalles de un filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.



**Fuente:** De Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA), 2015

**Figura 8.** Pozo de absorción o infiltración.



**Fuente:** De Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA), 2015.

### 3.3. Drenaje pluvial

En el diseño de las instalaciones sanitarias para las edificaciones, es necesario considerar un sistema de evacuación y disposición de las aguas provenientes de la lluvia, al fin de evitar que estas se acumulen en techos y azoteas, y que lleven al deterioro de los elementos constructivos y/o estructurales de la edificación.

El sistema de drenaje pluvial funciona gracias a la gravedad, desde las alcantarillas que recogen las aguas pluviales hasta las tuberías descendentes.

### **3.3.1. Caudales de aguas pluviales**

#### 3.3.1.1. Método racional

Es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño, se utiliza normalmente en el diseño de obras de drenaje urbano y rural debido a su gran simplicidad en el proceso de cálculos, además de la poca exigencia en la información ya que los datos básicos se determinan directamente del plano arquitectónico y de conjunto, y se procesan para la aplicación de fórmulas sencillas.

Entre las limitaciones destacadas se pueden referir las nombradas a continuación:

- Proporciona solamente un caudal pico.
- Supone que la lluvia es uniforme en el tiempo (intensidad constante) lo cual es sólo cierto cuando la duración de la lluvia es muy corta.
- Supone que la lluvia es uniforme en toda el área de la cuenca en estudio, lo cual es parcialmente válido si la extensión de ésta es muy pequeña.
- Asume que la escorrentía es directamente proporcional a la precipitación.
- Ignora los efectos de almacenamiento o retención temporal del agua escurrida en la superficie, cauces, conductos y otros elementos.
- Asume que el período de retorno de la precipitación y el de la escorrentía son los mismos, lo que sería cierto en áreas impermeables.

El método racional se usa prácticamente en todos los proyectos de drenaje vial, urbano o agrícola, siempre teniendo en cuenta que producirá resultados aceptables en áreas pequeñas y con alto porcentaje de impermeabilidad, por ello es

recomendable que su uso se limite a cuencas con extensiones inferiores a las 200 Ha.

#### 3.3.1.1.1. Coeficiente de escorrentía

Es una medida de la proporcionalidad de la lluvia que se convierte en escorrentía, en la medida que el valor del coeficiente de escorrentía tienda a 1 (su valor máximo), mayor será la cantidad de agua precipitada que se convertirá en caudal superficial, lo cual podría estar asociado, por ejemplo, a una baja tasa de retención del agua por parte de la cuenca o área en estudio (suelo prácticamente impermeable).

El coeficiente de escorrentía no es un factor constante, pues varía de acuerdo a la magnitud de la lluvia y particularmente con las condiciones fisiográficas de la cuenca hidrográfica (cobertura vegetal, pendientes, tipo de suelo), por lo que su determinación es aproximada.

### 3.3.2. Obras Hidráulicas

En la construcción de los sistemas para aguas de lluvia se deberá cumplir con las especificaciones fijadas para las tuberías de aguas.

Es recomendable que los sumideros, registros y otros receptores de agua de lluvia estén dotados de una trampa de arena cuando estén situados en patios o terrazas.

#### 3.3.2.1. Bajantes

Son las conducciones verticales (las tuberías) que transportan las aguas de lluvia captadas en los techos hasta los colectores del piso el colector, no deben cambiar de diámetro en toda su longitud, salvo en edificios muy altos, en los cuales se hacen, cada cierta altura, cambios de dirección con un ángulo de 30 o 45°, para evitar que

el vertido alcance mucha velocidad, y en ellos se puede, si es necesario, aumentar el diámetro.

Aunque lo normal de los bajantes es que vayan en los extremos de las canales, las bajadas pueden instalarse en cualquier punto a lo largo del recorrido del canal, el sentido común será siempre la mejor ayuda para determinar la ubicación final de una bajada. El número de bajadas necesarias dependerá de la pendiente de la canal; por corta que ésta sea, necesitará tener al menos una.

### 3.3.2.2. Canales horizontales

La función de los canales es recoger el agua de lluvia de las vertientes del techo y conducirla hacia los bajantes, que son los encargados de llevar el agua hasta el nivel del terreno.

El tamaño de los canales debe estar en relación con la superficie de cubierta que desagüe. Se calcula una sección por cada  $m^2$  de cubierta.

Los canales deben tener la superficie y pendiente adecuada para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. La pendiente de los techos horizontales de los conductos de descarga, así como la de los colectores primarios y secundarios será uniforme. Para determinar su diámetro y su pendiente se tendrán las siguientes consideraciones:

- El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de las piezas que en él descarguen.
- El conducto deberá funcionar a canal abierto con velocidades entre 0.6 y 3 m/s.
- Para el caudal de diseño, la descarga llenará como máximo la mitad de la altura del colector, en condiciones de flujo uniforme. En edificios varios pisos, la descarga podrá llenar hasta un máximo de  $\frac{3}{4}$  partes de la altura del colector, en condiciones de flujo uniforme.
- El tamaño de los canales debe estar en relación con la superficie de cubierta que desagüe. Se calcula una sección por cada  $m^2$  de cubierta.

### 3.3.2.3. Tuberías

En esta etapa se establecerá principalmente el diámetro y la pendiente de las tuberías que conformarán las redes de recolección y evacuación, así como las dimensiones y características de los demás elementos del sistema. tomando en cuenta las Normas de la Alcaldía de Managua.

### 3.3.2.4. Pozos de Infiltración de agua pluvial

Los pozos de infiltración son un tipo de obra alternativa de drenaje urbano, usados para captar parcial o totalmente el escurrimiento superficial generado por una tormenta con el fin es disminuir el caudal máximo y volumen total de escorrentía.

Los pozos de infiltración consisten en excavaciones normalmente cilíndricas de profundidad variable, que pueden estar rellenas o no de material, y permiten infiltrar el agua de lluvia directamente al suelo en espacios reducidos. Esta técnica tiene la ventaja de poder ser aplicada en zonas en las cuales el estrato superior de suelo es poco permeable, como es el caso de zonas altamente urbanizadas, o de superficies del terreno impermeabilizadas, pero que tienen capacidades importantes de infiltración en las capas profundas del suelo.

Su funcionamiento es bien simple, primero ingresa el agua a través de la superficie a los tragantes con parrilla o de los bajantes a cajas y a través de tuberías se conduce al pozo de infiltración donde se almacena temporalmente y se filtra a través de las paredes y fondo del pozo mediante infiltración.

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1. Estudios básicos**

En esta primera fase se deberá obtener la mayor información posible relacionada a la edificación, como:

- Ubicación mediante plano
- Tipo de edificación
- Uso
- Planos arquitectónicos
- Cuadro de áreas
- Tipo de aparatos sanitarios y grifería a utilizar
- Inspección de la infraestructura física existente de agua potable y alcantarillado.
- Estudio de suelos, para conocer la capacidad de infiltración y permeabilidad del suelo
- Otros

#### **4.1.1. Recopilación de información**

Se determinó la presión mínima del agua en las redes públicas de agua potable de la zona en que se construirá la edificación con el objeto de poder elegir el método de alimentación, calcular el diámetro de las tuberías de entrada y de distribución, así mismo, investigar las elevaciones del punto de conexión del sistema de alcantarillado sanitario.

### **4.2. Sistema de agua potable**

Los criterios de diseño utilizados para la red de distribución de agua externa se ajustaron a las Normas Técnicas para el Abastecimiento y Potabilización de Agua (INAA – NTON 2000), para la red de agua potable intradomiciliar se utilizaron las normas internacionales entre estas el Código de Instalaciones Hidráulicas del

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA), el método de Hunter y los Códigos Norteamericanos.

#### **4.2.1. Consumo de agua potable**

El consumo de agua se determinó según el uso del inmueble que es netamente doméstico, considerando dotaciones de las Normas del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

#### **4.2.2. Demanda de agua**

Se determinó en base al número de artefactos sanitarios y el gasto asignado a cada uno de ellos con agua fría y agua caliente que se instalarán en cada tramo de tubería a analizar, se consideró que no todos los aparatos de la red trabajaran en forma simultánea y por lo tanto se utilizó el “Factor de uso o Coeficiente de Simultaneidad” del método de Hunter.

#### **4.2.3. Fuente de abastecimiento**

La fuente de agua a utilizar es la misma de la red de agua existente donde se realizará el estudio de la curva de presiones en el punto de acople del inmueble, para revisar si esta cumple o no con la presión que requiere la edificación.

#### **4.2.4. Cálculo de acometida**

El diámetro de la acometida se calculó para que la cisterna se llene en un período de 2-4 horas con velocidades entre 0.60-3 m/s según la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V}} \quad (\text{Fórmula 4.1})$$

**Donde:**

**D:** diámetro en la toma (m).

**Q:** gasto de proyecto (m<sup>3</sup>/s).

**V:** velocidad en la toma (m).

#### **4.2.5. Red de distribución de agua fría**

El dimensionamiento se redujo a calcular los diámetros de las tuberías de dicha red, considerando la presión conocida al inicio y la presión de salida fijada por el proyectista en el punto más desfavorable y una velocidad dentro de los límites permisibles, lo que da una idea de su tamaño después de efectuar el trazado preliminar.

Para el trazado es necesario tener algunas consideraciones, como:

- Establecer el punto donde está ubicada la conexión domiciliaria, si la tiene, o donde estará ubicada en caso de no tenerla.
- Fijar los puntos de salida de agua en cada uno de los aparatos sanitarios, grifos, etc., estableciendo su diámetro mínimo.
- Estudiar los ambientes por los que podría pasar la tubería de agua, teniendo en cuenta el material de construcción y las estructuras.

Con estas consideraciones se pudo establecer el recorrido de la tubería y realizar el trazado desde la conexión domiciliaria hasta cada uno de los puntos de salida fijados.

El cálculo y dimensionamiento de la red trazada se hizo utilizando generalmente la fórmula de **Hazen Williams**, una de las fórmulas es la siguiente:

$$Q = 0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot Sf^{0.54} \quad \text{(Fórmula 4.2).}$$

**Donde:**

**Q:** Caudal (l/s).

**C:** Coeficiente de rugosidad (depende del material).

**D:** Diámetro (m).

**Sf:** Pérdida de carga (m/m).

$$Sf = hf/L \text{ (Fórmula 4.3)}$$

**Donde:**

**Hf:** Pérdida de carga por fricción (m).

**L:** Longitud del tramo (m).

$$hf = \left[ \frac{Q}{C * D^{2.63} * 0.017744} \right]^{1.85} * L \text{ (Fórmula 4.4)}$$

Para determinar los caudales correspondientes a la máxima demanda simultánea de cada tramo de la red, se aplicó el método de probabilidades, también llamado Hunter, que se basa en asignar a cada uno de los aparatos sanitarios una cantidad de unidades equivalentes a 25 l/min, y establecer una relación probabilística entre la simultaneidad de uso de una determinada cantidad de aparatos y un caudal como máxima demanda simultánea.

Teniendo los valores del caudal (Q) y la pendiente (S), así como el coeficiente de rugosidad (C), se calculó el diámetro del tramo respectivo. El valor encontrado está dado en pulgadas y se utilizó el software Excel para diseñar los diámetros de las tuberías. La velocidad se consideró entre los valores requeridos por la norma vigente, y que para estos casos es de 0.6 m/s como mínima y 3 m/s como máxima.

#### 4.2.6. Sistema de agua caliente

Factores importantes para el diseño de los sistemas de suministro de agua caliente son los siguientes:

- a. Temperatura a la cual se utiliza en los puntos de consumo y que en promedio se considera (**cuadro 10**)
- b. Energía que se utiliza para el calentamiento del agua y que puede ser electricidad, gas, petróleo, vapor y solar. De acuerdo a la energía que se utilice se clasifican los calentadores. Además, el tipo de energía influirá en la rapidez de calentamiento, lo que ha permitido la fabricación y uso de calentadores del tipo instantáneo y calentadores con almacenamiento.
- c. La dotación de agua caliente que está establecida en las normas de diseño vigentes.
- d. El tamaño de la instalación, que determina la utilización de un sistema directo o un sistema con circulación, utilizando determinado tipo de calentador.

**Cuadro 10.** Temperatura de uso.

Uso	Temperatura
Higiene Corporal	45° - 65°C
Lavado de ropa o utensilios	60° - 70°C
Para fines medicinales	90° - 100°C

Fuente: Instalaciones Sanitarias, Jorge Ortiz.

Para establecer el caudal de producción de un calentador de agua se utilizan diferentes criterios, teniendo estrecha relación con el tipo de aparato o artefacto; la dotación que se le asigne a cada uno y la temperatura a la cual debe producirse. Con el caudal de producción se podrá establecer si se utiliza uno o más calentadores y si es necesario volumen de almacenamiento.

Generalmente, las instalaciones de agua caliente se pueden considerar como un subsistema del sistema de abastecimiento de agua de la edificación, ya que la

presión necesaria para su funcionamiento y el caudal requerido son suministrados por la red de distribución general.

#### 4.2.6.1. Dotaciones

Las dotaciones para agua caliente estarán de acuerdo con lo establecido para sistemas de agua fría, de la siguiente manera:

- Uso doméstico: la dotación diaria mínima será una sexta parte de la dotación fijada para agua fría.

#### 4.2.7. Red de distribución de agua caliente

El método de Hazen Williams es válido solamente para el agua que fluye en temperaturas ordinarias (5 °C – 25 °C), por tanto, el cálculo y dimensionamiento de la red trazada se hizo utilizando la fórmula de **Darcy Weisbach**, que es la más adecuada para instalaciones de fluido térmico, la fórmula es la siguiente:

$$H_f = F \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Fórmula 4.5})$$

**Donde:**

**H<sub>f</sub>:** Pérdida de carga por fricción (m).

**L:** longitud del conducto (m).

**F:** Coeficiente de fricción

**D:** Diámetro interior del conducto (m).

**V:** Velocidad (m/s).

**g:** Aceleración (9.81 m/s).

#### 4.2.8. Sistema hidroneumático

El sistema de agua potable funcionará con un tanque hidroneumático el cual detectará los cambios de presiones y se activará en el momento requerido por el sistema.

Se seleccionó el equipo de bombeo para abastecer el gasto máximo instantáneo obtenido por el método probabilístico de Hunter. Una vez obtenido el caudal de bombeo se determinó la carga total dinámica que suministrará la bomba, tomando en cuenta la sumatoria de pérdidas por fricción por accesorios y por longitud, hasta el punto más alejado de la red (punto crítico).

$$HP = \frac{Q * H}{\frac{75n}{100\%}} \text{ (Fórmula 4.6)}$$

**Donde:**

**HP:** potencia de la bomba (caballos de fuerza).

**Q:** capacidad de la bomba (l/s).

**CTB:** carga total de la bomba.

**n:** eficiencia de la bomba.

$$HPT \text{ (motor)} = 1.2 * HP \text{ (Fórmula 4.7).}$$

### 4.3. Red de aguas negras

#### 4.3.1. Gastos de aportación de aguas negras

Aportación diaria de aguas negras, se calculó según el coeficiente de retorno equivalente al 80% del consumo de agua potable.

$$\text{Aportación A. N} = 0.80 \times \text{CD A.P} \text{ (Fórmula 4.8)}$$

#### 4.3.2. Gasto máximo instantáneo

Se calculó con el método de Hunter, según las unidades de descarga de cada artefacto sanitario recomendado en las Normas Norteamericanas y que se describe en el marco teórico capítulo 4.3.2.

### 4.3.3. Hidráulica de las tuberías de recolección

Con los caudales calculados en cada tramo, se calcularon los diámetros de las tuberías aplicando la fórmula de la continuidad y Manning de tuberías parcialmente llenas con las fórmulas siguientes:

$$\text{Ecuación de continuidad } Q = V * A \text{ (Fórmula 4.9)}$$

**Donde**

**Q:** caudal.

**V:** velocidad de flujo (m/s).

**A:** área hidráulica (m<sup>2</sup>).

$$\text{Ecuación de Manning } V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2} \text{ (Fórmula 4.10)}$$

**Donde:**

**R:** radio hidráulico (A/P; P: perímetro mojado).

**S:** pendiente.

**n:** Coeficiente de rugosidad (0.01 tubería PVC).

Se tomaron en cuenta los siguientes criterios para el diseño:

- La pendiente mínima para diámetros de 2" del 2%, y para diámetro de 4" la pendiente mínima de 1%.
- Para caudal a tubo lleno se consideró como mínimo la velocidad de 0.60 m/s.
- Para el caudal de diseño de 0.30 m/s, la velocidad máxima de 3 m/s.
- La tubería de ventilación se determinó para grupo de artefactos tomando en cuenta la suma de unidades de descarga, asumiendo un diámetro mínimo de 2".
- El bajante de alcantarillado sanitario se debe prolongar 0.15 m arriba del artefacto y prolongarse arriba del techo.

La capacidad de las tuberías de drenaje de cada tramo se calculó con la Fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A \quad (\text{Fórmula 4.11})$$

**Donde:**

**Q:** gasto del conducto (m<sup>3</sup>/s).

**A:** área hidráulica (m<sup>2</sup>).

**R:** radio hidráulico (m).

**S:** pendiente hidráulica (m/m).

#### **4.3.4. Tratamiento de aguas residuales y disposición final**

Este diseño se hizo en base a la Norma de Diseño de los Sistemas Domésticos y particulares para el tratamiento y disposición de aguas servidas NTON 05-010-98 y Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento del INAA.

Para la selección del sistema de tratamiento, se consideraron primordialmente el nivel freático del agua, la permeabilidad del terreno, el área superficial, de simple operación y mantenimiento, bajo costo de inversión, calidad de los efluentes con el mínimo impacto ambiental y baja producción y tratamiento de lodos.

Por las consideraciones anteriores se consideró proponer un sistema TANQUE SÉPTICO + FAFA + POZO DE INFILTRACIÓN por ser una alternativa viable, que ofrece mayor seguridad, más compacta, es decir menor área y económica.

#### **4.3.5. Criterios de cálculo de los procesos de tratamiento**

##### **4.3.5.1. Tanque Séptico**

Recomendaciones para su diseño:

- La capacidad o volumen mínimo recomendable es de 3 m<sup>3</sup> la máxima contribución que es posible tratar en un tanque séptico con eficiencia es de 20 m<sup>3</sup>/día.
- Cuando el volumen líquido sea más de 5 m<sup>3</sup> es recomendable considerar dos cámaras, en cuyo caso la interconexión entre las dos cámaras se hará de manera que no se interfiera con la separación de los sólidos o las espumas.
- A fin de contribuir con la eficiencia del tanque séptico, se deben considerar dispositivos de entrada y salida, los mismos que pueden estar constituidos por tee del mismo diámetro de la tubería de entrada o salida, cortinas o pantallas superiores.
- El tanque séptico debe estar provisto de registros de limpieza y mantenimiento, protegidos con tapas removibles, de preferencia sobre los dispositivos de entrada y salida.

Determinación del caudal y volumen del tanque séptico

$$Q_{ar} = 0.80 * D * Hab \quad \text{(Fórmula 4.12)}$$

$$Vu = 1000 + Nc (ct + KLf) \quad \text{(Fórmula 4.13)}$$

**Donde:**

**Q<sub>ar</sub>:** caudal de aguas residuales (l/día).

**D:** dotación de agua potable (l/hab/día).

**Hab:** habitantes a servir.

**Vu:** volumen útil (L).

**Nc:** número de contribuyentes (hab).

**C:** contribución de aguas residuales (L\*Hab/día).

**T:** tiempo de retención (días).

**K:** tasa de acumulación de lodo.

**LF:** contribución de lodo fresco (L/hab).

$$\text{Área} = \frac{Vu}{\text{Profundidad}} \quad \text{(Fórmula 4.14)}$$

#### 4.3.5.2. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)

Es una alternativa para dar un tratamiento complementario al efluente de un tanque séptico.

Recomendaciones para el diseño:

- El filtro deberá estar contiguo al tanque séptico, el tipo deberá ser de sección cuadrada con un fondo falso perforado.
- La profundidad útil del filtro deberá ser de 1.80 m para cualquier volumen dimensionado.
- La pérdida de carga en el filtro debe ser de 0.10 m; por lo tanto, el nivel de salida del efluente del filtro estará a 0.10 m abajo del nivel de la superficie del agua en el tanque séptico.
- El paso del tanque séptico hacia el filtro podrá ser de un tubo con una tee en la salida del tanque y su rama vertical deberá estar curvada próximamente al fondo del filtro. El tubo deberá ser de PVC o Polietileno, con un diámetro no menor de 0.10 m.
- El filtro debe proveerse de su boca de inspección similar a la indicada para el tanque séptico. También se le proveerá de un sistema adecuado para aplicarle agua a presión en la parte superior del lecho filtrante, cuando sea necesario su limpieza.

Para el cálculo de dimensiones del filtro se utilizaron las fórmulas siguientes:

$$V_f = 1.6 \times N \times C \times T \quad \text{(Fórmula 4.15)}$$

**Donde:**

**V<sub>f</sub>:** volumen útil del medio filtrante (L).

**N<sub>c</sub>:** número de contribuyentes (hab).

**C:** contribución de aguas residuales (l/hab/día).

**T:** tiempo de retención (días).

$$\text{Área} = \frac{Vu}{\text{Profundidad}} \quad (\text{Fórmula 4.16})$$

**Donde**

**P:** profundidad (1.8 m).

**A:** área de la planta del filtro (m<sup>2</sup>).

4.3.5.3. Pozo de Infiltración

Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2.0 a 2.5 m de diámetro, con una profundidad que normalmente varía de 3 a 12 m, al cual se vierten las aguas residuales previamente sedimentadas en la fosa séptica o tratamiento primario, las cuales se infiltran en el terreno. El pozo puede ser de forma circular o cuadrado y se rellena con piedra bolón de, que sirve de entibación y para distribuir el líquido en el suelo.

- **Cálculo de la capacidad de absorción del subsuelo**

$$q = \frac{(127.8)}{t^{1/2}} \quad (\text{Fórmula 4.17})$$

**Donde:**

**q:** capacidad de absorción del subsuelo en (l/m<sup>2</sup>\*día).

**t:** tasa de infiltración en minutos por cada m.

Cálculo del área de absorción requerida

$$Aa = \frac{Qr}{q} \quad (\text{Fórmula 4.18})$$

**Donde:**

**Aa:** área de absorción requerida en (m<sup>2</sup>).

**Qr:** caudal residual en (l/día).

**q:** capacidad de absorción del subsuelo (l/m<sup>2</sup>/día).

- **Cálculo de la altura útil del pozo de absorción**

$$h = \frac{Aa}{2\pi} \quad (\text{Fórmula 4.19})$$

**Donde:**

**h:** altura útil de pozo (m).

**Aa:** área de absorción del pozo en m<sup>2</sup>, solo se contempla el área lateral de paredes.

**π:** constante adimensional de 3.1416

**R:** radio del pozo de absorción (m).

- **Método del Infiltrómetro de Doble Anillo**

Se aplicó para determinar la capacidad de infiltración del suelo.

- Velocidad de Infiltración  $V$ . infiltración Parcial =  $\frac{\text{Lámina Parcial} * 60}{\text{Tiempo Parcial}}$

- Infiltración acumulada en el tiempo  $d = K * t^m$

- Constante dependiente de la estabilidad  $m = \frac{\frac{\sum(\log t \cdot \log d) - \frac{\sum \log t}{n} \frac{\sum \log d}{n}}{n}}{\frac{\sum(\log t)^2}{n} - \left(\frac{\sum \log t}{n}\right)^2}$

- Constante dependiente de la estructura inicial del suelo:  $\log k = \frac{\log d}{n} - m \cdot \frac{\log t}{n}$

- Lámina acumulada para tiempos diferentes:  $I = K * T^m$

- Infiltración Promedio  $I_p = K * 60 * T^{-n}$

- Infiltración Instantánea  $I = k * T^{-n}$  ;

- Donde  $k = K * m * 60$ ;  $-n = m - 1$

- Infiltración Básica  $I_b = k * T_b^{-n}$

- Tiempo para que ocurra la infiltración básica  $T_b = \left(\frac{-0.1}{K * -n}\right)^{\frac{1}{m-2}}$

#### 4.4. Drenaje pluvial

En el drenaje pluvial, se investigó la intensidad de lluvia para Managua a partir de datos proporcionados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

(INETER) y se tomaron en cuenta los criterios de las Normas de Alcantarillado pluvial de la Alcaldía de Managua.

#### 4.4.1. Cálculo de caudales

Las aguas pluviales de la cubierta de techo, se captarán por medio de bajantes y canales, los cuales se conducirán a través de tuberías que descargarán a las cunetas sobre la calle o se infiltrarán en el área del proyecto.

Los caudales máximos de esorrentía se calcularon utilizando la fórmula racional, esta se plantea como:

$$Q = 0.2778C * I * A \text{ (Fórmula 4.20)}$$

**Donde:**

**Q:** caudal superficial (m<sup>3</sup>/s).

**C:** coeficiente de esorrentía (adimensional).

**I:** intensidad promedio de la lluvia (mm/h).

**A:** área de la cuenca en km o Ha.

##### 4.4.1.1. Coeficiente de esorrentía

Es el recomendado en las Normas de la Alcaldía de Managua para las diferentes áreas

Tributarias. El **cuadro 11** muestra los coeficientes de esorrentía que establece el reglamento de drenaje pluvial para la ciudad de Managua de la Alcaldía de Managua.

Su magnitud determinará en qué nivel tiene mayor o menor caudal superficial sobre determinada área en estudio.

**Cuadro 11.** Coeficiente de escorrentía.

Coeficiente de escorrentía "C" para el municipio de Managua, según la alcaldía de Managua		
Componente del área	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Centro de la ciudad capital (API-N)	0.70	0.80
Zona de producción de industria liviana (PI-1)	0.50	0.70
Zona de producción de industria pesada (PI-2)	0.30	0.50
Zona de producción mixta de artesanía y vivienda (PM-1)	0.75	0.85
Zona de producción mixta de industria y comercio (PM-2)	0.75	0.85
Zona de equipamiento de transporte aéreo (ET-1)	0.60	0.80
Zona de equipamiento de transporte lacustre (ET-2)	0.50	0.70
Zona de equipamiento de transporte terrestre y mercados (ET-3)	0.70	0.85
Zona de equipamiento de institucional especializados (E.I.E)	0.60	0.80
Zona de reserva natural de parques nacionales (RN-1)	0.05	0.20
Zona de reserva natural de la costa del lago (RN-2)	0.10	0.25
Zona de reserva natural de producción del suelo (PN-3)	0.05	0.20
Zona de reserva natural de parques urbanos (RN-4)	0.35	0.40
Zona de reserva natural de cementerios (RN-5)	0.25	0.35
Zona de reserva natural de minas (RN-6)	0.05	0.20
Zona urbana regional, terrenos planos	0.10	0.15
Zona urbana regional, terrenos ondulados	0.15	0.20
Zona rural de producción agropecuaria	0.05	0.20
Zona de vivienda de densidad alta (U-1)	0.50	0.60
Zona de vivienda de densidad media alta (U-2)	0.40	0.50
Zona de vivienda de densidad media baja (U-3)	0.35	0.40
Zona de vivienda de densidad baja (U-4)	0.30	0.35
Techos y calles de asfalto y concreto	0.90	0.95
Áreas con gramas y pastos o cultivos con pendientes no mayores del 5%	0.10	0.20
Áreas con gramas y pastos o cultivos con pendientes del 5% al 10%	0.12	0.20
Áreas boscosas (depende de pendientes, tipo de suelo o cobertura superficial)	0.05	0.20

Fuente: Reglamento de drenaje pluvial para la ciudad de Managua, ALMA.

#### 4.4.1.2. Intensidades de lluvia

Se tomaron las intensidades máximas de las tormentas de los registros continuos de la estación meteorológica del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Las curvas muestran las diferentes probabilidades de una intensidad de lluvia definida para una duración específica (ciudad de Managua, período de retorno 10 años).

#### 4.4.1.3. Período de retorno

Para el alcantarillado pluvial, se adoptó un período de retorno de 10 años para determinar los caudales de diseño de drenaje en el área urbana.

### 4.4.2. Cálculos hidráulicos de las Obras de drenaje pluvial

#### 4.4.2.1. Canales horizontales

Para el dimensionamiento del canal horizontal de techo, se calculó para el de mayor caudal, con pendiente del 1%. Se utilizó el software H-canales.

#### 4.4.2.2. Bajantes

Para la determinación de los diámetros de los bajantes de desagüe de agua de lluvia se utilizó el **cuadro 12** (ver anexo B), como regla práctica se puede utilizar un centímetro cuadrado de área transversal de bajante por cada metro cuadrado de área de techo.

**Cuadro 12.** Caudales máximos en bajantes de desagües de aguas de lluvia.

Diámetro (mm)	Caudales máximos (l/s)
50	0.9
63.5	1.65
75	2.5
100	5.1
125	8.95
150	14.1
200	28.95

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, 2017.

#### 4.4.2.3. Tuberías

La capacidad Hidráulica de las alcantarillas, se determinó en base a la fórmula de Mannig y de Continuidad utilizando el caudal máximo de escorrentía según fórmula **4.10**.

#### **Coefficientes de rugosidad**

Los coeficientes de rugosidad según al tipo de material se determinaron, de conformidad con el **cuadro 13** reflejado en anexo B.

**Cuadro 13.** Coeficiente de rugosidad.

Tipo de material	Coeficiente de rugosidad (n)
Canales de concreto	0.013
Tubos de Plástico	0.009

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, 2017.

#### 4.4.2.4. Pozo de Infiltración Pluvial

A continuación, se describe las consideraciones siguientes:

- Se asumió de un 70-80 % del resultado de la capacidad de infiltración calculada del terreno según prueba de infiltración del suelo.
- El área permeable ( $A_p$ ) del pozo se consideró según las fórmulas siguientes:  
Para pozo circular  **$A_p = 3.1416 \cdot D \cdot H$** ; donde: D = diámetro y H la altura útil
- Caudal de Infiltración ( **$Q_{inf} = C_{inf} \cdot A_p$** )
- Para tiempo (t) de 10 min el Volumen de escorrentía ( **$V_{esc} = t \cdot Q_{esc}$** )
- Volumen de almacenamiento de pozo  **$V_{pozo} = (3.1416 \cdot D^2 / 4) \cdot H \cdot (1 - p)$**  donde  $p = \text{porosidad} = 30\%$
- Caudal total almacenado  **$Q_{alm} = V_{pozo} / t$**
- Tiempo de infiltración = Vol esc/ $Q_{inf}$

El tiempo de infiltración debe ser menor de 24 horas.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Sistema de agua potable

#### 5.1.1. Consumo de agua

La capacidad de la fuente y volumen de almacenamiento se determinó a partir del consumo de agua (**cuadro 14**)

**Cuadro 14.** Consumo promedio de agua.

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Dotación	Unidad	CPD
1	Habitantes	Hab	6	250	l/hab/día	1500
2	Área verde	m <sup>2</sup>	88.73	2	l/m2/día	177.456
Total (lpd)						<b>1677.456</b>
Total (gpd)						<b>443.1839</b>

#### 5.1.2. Acometida

El sistema de agua potable del proyecto será abastecido por la red pública existente en la zona. La alimentación se hará por medio de una red de 3/4" (19 mm) **Cuadro 15**, derivada de la tubería existente al costado noreste del sitio del proyecto y constará de un medidor de 19 mm.

**Cuadro 15.** Cálculo de acometida.

Diámetro (pulg)	3/4"	3/4"	3/4"
Diámetro (mm)	19	19	19
Tiempo de llenado (hrs)	2	3	4
Tiempo de llenado (seg)	7200	10800	14400
Qentrada (lps)	0.6944	0.4630	0.3472
Qentrada (m <sup>3</sup> /s)	0.0007	0.0005	0.0003
S (m/m)	0.3376	0.1595	0.0936
L (m)	35.1400	35.1400	35.1400
Hf (m)	11.8633	5.6032	3.2908
V (m/s)	2.44	1.63	1.22

Se asume que en el punto de conexión se tiene una presión de 14 m.c.a cuyo valor mínimo está establecido en las Normas de INAA, por tanto, para un diámetro de ¾” y tiempo de llenado entre 2 – 4 horas, la velocidad será de 1.22 – 2.44 m/s.

### 5.1.3. Demanda Instantánea

El sistema hidroneumático se calculó utilizando la demanda de todos los artefactos sanitarios de agua fría y agua caliente, aplicando el método de Ruy B. Hunter, obteniendo un caudal de 1.57 m/s (aproximadamente 24.89 gpm). Ver **cuadros 16, cuadro 17 y cuadro 18**

**Cuadro 16.** Demanda de artefactos de agua fría.

ITEM	ARTEFACTO SANITARIO	CANTIDAD DE APARATOS	MÉTODO DE HUNTER	
			UG	UG TOTAL
1	Inodoro	4	3	12
2	Lavamanos	4	1	4
3	Ducha	3	2	6
4	Fregadero	2	3	6
5	Lavadero	1	3	3
6	Lavadora	1	3	3
7	Llave de jardín	5	3	15
8	Calentador de agua	2	3	6
	Gasto Teórico (UG)	22		55
	GT=0.75*Ct			41.25
	Gasto Diseño (l/s)			<b>1.19</b>

**Cuadro 17.** Demanda de artefactos de agua caliente.

ITEM	ARTEFACTO SANITARIO	CANTIDAD DE APARATOS	MÉTODO DE HUNTER	
			UG	UG TOTAL
1	Lavamanos	3	1	3
2	Ducha	3	2	6
3	Lavadora	1	3	3
	Gasto Teórico (UG)	7		12
	Gasto Diseño (l/s)			<b>0.38</b>

**Cuadro 18.** Demanda instantánea.

ITEM	SISTEMA	Gasto Diseño	UNIDAD
1	Agua Potable	1.19	l/s
2	Agua Caliente	0.38	l/s
Q diseño total		<b>1.57</b>	l/s
		<b>24.89</b>	gpm

#### 5.1.4. Almacenamiento

La estimación del volumen de la cisterna se calculó (**cuadro 19**) en base a los diferentes usos de las instalaciones, y tomando en cuenta la continuidad del servicio.

**Cuadro 19.** Cálculo de capacidad de almacenamiento.

ITEM	DATOS	UNIDAD	CANTIDAD
1	Consumo promedio diario	gpd	443.18
2	Volumen de almacenamiento (CPD*1.25)	gpd	553.98
3	Días de almacenamiento (Reserva)	días	2.00
4	Volumen total	galones	1107.96
<b>TOTAL</b>		m <sup>3</sup>	4.19

#### 5.1.4.1. Dimensionamiento de la cisterna

Se recomienda utilizar una cisterna prefabricada plástica debido a que es fácil y rápida de instalar, además que su costo es menor y garantizan la misma calidad que una cisterna de concreto, dicha cisterna tendrá una capacidad de 5000 lts. **(Cuadro 20)** con las siguientes dimensiones:

**Cuadro 20.** Dimensiones de la cisterna plástica.

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD
1	Capacidad propuesta	m <sup>3</sup>	5
		lts	5000
2	Diámetro	m	2.38
3	Altura	m	1.44

#### 5.1.5. Cálculo de acometida

El diámetro de la tubería de entrada (acometida) y medidor que se conecta con la red externa fue calculado para llenar un volumen de 4.19 m<sup>3</sup> y para un total de 2 días.

#### 5.1.6. Red de distribución

##### 5.1.6.1. Análisis hidráulico de la red de agua potable

Se desarrollaron dos alternativas para el cálculo y diseño de la red de agua potable, las cuales se listan a continuación:

**Alternativa-01:** Se calculó la red de tipo directo alimentándose únicamente del punto de conexión de la red externa de ENACAL, reflejada en **cuadro 21, cuadro 22 y figura 09.**

**Alternativa-02:** Se calculó la red de tipo indirecta que recibe el agua directamente de la red pública y luego es distribuida a la red por medio de un sistema

hidroneumático que constará de una cisterna plástica, equipo de bombeo y tanque hidroneumático, **ver cuadro 23, cuadro 24 y figura 10.**

Para determinar los diámetros de la red se tomó como referencia el punto más alejado, siendo así mismo, el que requiere mayor presión (10E) hasta llegar al medidor y el tramo de tubería externa hasta llegar al punto de conexión en el cual se asumió que la presión era de 14 m.c.a.

Una vez finalizados los cálculos y analizadas ambas alternativas, se pudo constatar por medio de los resultados que la alternativa-02 es la que proporciona en tiempo, cantidad, y presión el mejor servicio.

#### **5.1.7. Presión mínima requerida**

Según los resultados obtenidos del análisis hidráulico del **cuadro 25**, si la red se abasteciera directamente del medidor, para un caudal de *18.86 gpm* (aproximadamente 19 gpm) la presión mínima requerida en la red de ENACAL sería de 18.62 m (30.23 PSI) y con el sistema hidroneumático la presión mínima requerida es de 12.86 m (20.88 PSI).

Figura 9. Red de abastecimiento del sistema de agua potable – Alt. 01.

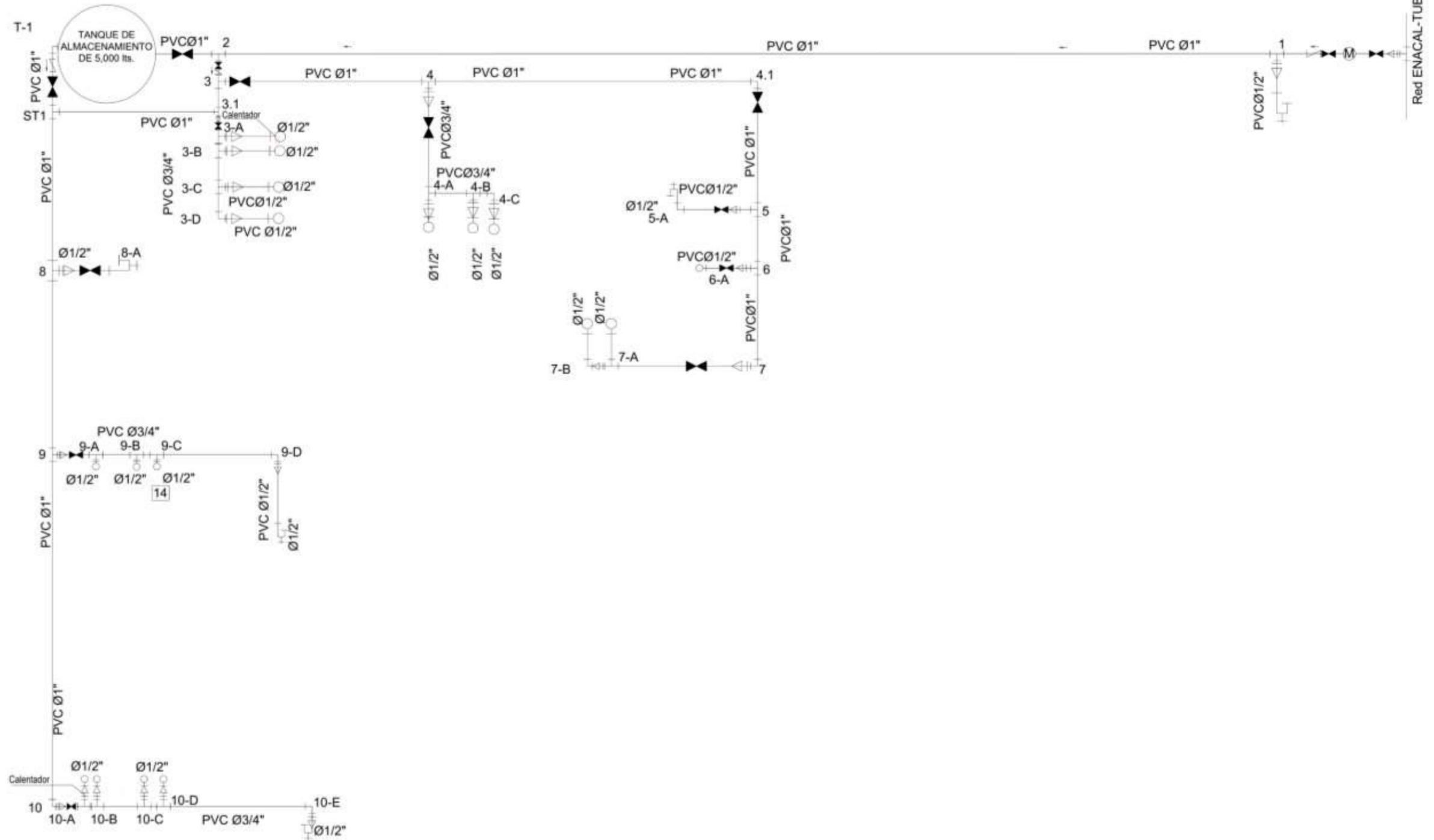
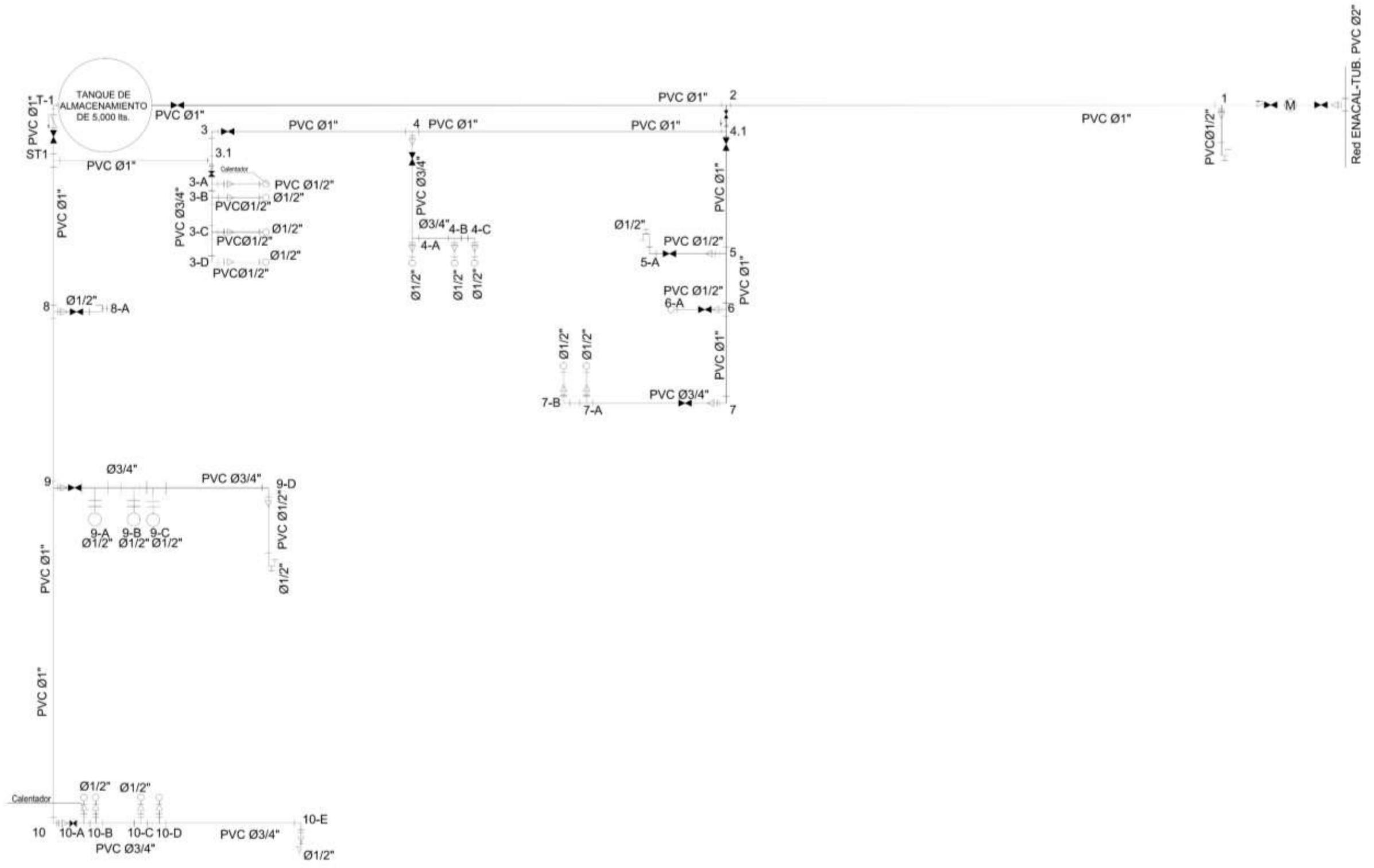


Figura 10. Red de abastecimiento del sistema de agua potable – Alt. 02.



**Cuadro 21.** Análisis hidráulico de la red de agua potable - Alternativa 01.

Tramo		Long. Equivalente (m)																			
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	Longitud	Total	Factor de Simultaneidad	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)			
10-E	10.D	Llave de jardín	1	Codo 3/4"*90	1	0.70	0.70		3	3											
				Reductor 3/4"-1/2"	1	0.24	0.24														
				Tubo 3/4"	1	1.40	1.40														
					1			2.34	1.00		3	0.12	1.90	0.75	0.0191	150	0.01	0.42	0.03		
10.D	10.C	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3											
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	0.57	0.57		2	2											
					2			1.97	1.00		5	0.23	3.65	0.75	0.0191	150	0.04	0.81	0.09		
10.C	10.B	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3											
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	1.39	1.39		2	2											
		Inodoro de tanque	1							3	3										
					3			2.79	0.80		8	0.29	4.60	0.75	0.0191	150	0.07	1.02	0.19		
10.B	10.A	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3											
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	0.36	0.36		2	2											
		Inodoro de tanque	1		1					3	3										
		Lavamanos	1							1	1										
					4			1.76	0.68		9	0.32	5.07	0.75	0.0191	150	0.08	1.13	0.14		
10.A	10	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3											
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	0.94	0.94		2	2											
		Inodoro de tanque	1	Reductor 1"-3/4"	1	0.11	0.11		3	3											
		Lavamanos	1	Válv. Compuerta 3/4"	1	0.10	0.10		1	1											
		Calentador	1							3	3										
					5			2.55	0.62		12	0.38	6.02	0.75	0.0191	150	0.11	1.34	0.28		
<b>Sub Total del 10-E al 10</b>																			<b>0.73</b>		
10	9	Lavamanos	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		1	1											
		Inodoro de tanque	1	Tubo 1"	1	10.32	10.32		3	3											
		Ducha	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		2	2											
		Llave de jardín	1							3	3										
		Calentador	1							3	3										
					5			12.82	0.62		12	0.38	6.02	1.00	0.0254	150	0.03	0.75	0.35		
9	8	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	5.41	5.41		1	2											
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6											
		Ducha	2							2	4										
		Llave de jardín	2							3	6										
		Calentador	1							3	3										
					9			7.11	0.51		21	0.56	8.88	1.00	0.0254	150	0.06	1.11	0.40		
8	ST1	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	6.36	6.36		1	2											
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6											
		Ducha	2	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		2	4											

Tramo		Long. Equivalente (m)																	
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	Longitud	Total	Factor de Simultaneidad	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)	
		Llave de jardín	3	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		3	9									
		Calentador	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		3	3									
			10				10.66	0.50		24	0.61	9.67	1.00	0.0254	150	0.07	1.21	0.70	
<b>Sub Total del 10-E al ST1</b>																			<b>2.17</b>
7-B	7-A	Lavamanos	1	Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50		1	1									
				Tubo 1/2"	1	0.71	0.71												
				Reductor 3/4"-1/2"	1	0.24	0.24												
			1				1.45	1.00		1	0.12	1.90	0.50	0.0127	150	0.09	0.95	0.14	
7-A	7	Lavamanos	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tubo 3/4"	1	4.31	4.31		3	3									
				Válv. Compuerta 3/4"	1	0.10	0.10												
				Reductor 1"-3/4"	1	0.11	0.11												
			2				5.92	1.00		4	0.16	2.54	0.75	0.0191	150	0.02	0.56	0.13	
<b>Sub Total del 7-B al 7</b>																			<b>0.27</b>
7	6	Lavamanos	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tubo 1"	1	2.88	2.88		3	3									
			2				3.68	1.00		4	0.16	2.54	1.00	0.0254	150	0.01	0.32	0.02	
6	5	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	1.72	1.72		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	3									
		Fregadero	1						3	3									
			3				3.42	0.80		7	0.28	4.44	1.00	0.0254	150	0.02	0.56	0.05	
5	4.1	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	3.76	3.76		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3									
		Llave de jardín	1	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	3									
		Fregadero	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		3	3									
			4				6.16	0.68		10	0.43	6.82	1.00	0.0254	150	0.03	0.85	0.21	
4.1	4	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	9.68	9.68		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	3									
		Llave de jardín	1						3	3									
		Fregadero	1						3	3									
			4				11.38	0.68		10	0.43	6.82	1.00	0.0254	150	0.03	0.85	0.39	
4	3	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	6.19	6.19		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	3									
		Llave de jardín	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	3									
		Fregadero	1						3	3									
		Lavadero	2						3	6									
		Lavadora	1						3	3									
			7				8.09	0.56		19	0.52	8.24	1.00	0.0254	150	0.05	1.03	0.39	
<b>Sub Total del 7-B al 3</b>																			<b>1.34</b>

Tramo		Long. Equivalente (m)																			
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	Longitud	Total	Factor de Simultaneidad	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)			
3	3.1	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	0.89	0.89		1	1											
		Inodoro de tanque	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	3											
		Llave de jardín	1							3	3										
		Fregadero	1							3	3										
		Lavadero	2							3	6										
		Lavadora	1							3	3										
			7					2.59	0.56		19	0.52	8.24	1.00	0.0254	150	0.05	1.03	0.13		
3.1	ST1	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	4.88	4.88		1	2											
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6											
		Ducha	1							2	2										
		Llave de jardín	1							3	3										
		Fregadero	1							3	3										
		Lavadero	2							3	6										
		Lavadora	1							3	3										
		Calentador	1							3	3										
	11					6.58	0.49		28	0.71	11.25	1.00	0.0254	150	0.09	1.41	0.57				
<b>Sub Total del ST1 al 7-B</b>																				<b>2.04</b>	
ST1	T1	Lavamanos	4	Tubo 1"	1	1.70	1.70		1	4											
		Inodoro de tanque	4	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	12											
		Ducha	3	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		2	6											
		Llave de jardín	4	Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50		3	12											
		Fregadero	1							3	3										
		Lavadora	1							3	3										
		Lavadero	2							3	6										
		Calentador	2							3	6										
	21					4.00	0.42		52	1.15	18.29	1.00	0.0254	150	0.21	2.28	0.85				
<b>Sub Total del TANQUE al 7-B</b>																				<b>2.89</b>	
<b>Sub Total del TANQUE al 10-E</b>																				<b>3.03</b>	

Cuadro 22. Cálculo desde el punto de conexión a la red.

Tramo		Long. Equivalente (m)																		
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	Longitud	Total	Factor de Simultaneidad	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)		
<b>Sub Total del ST1 al 10-E</b>																			<b>2.17</b>	
ST1	3.1	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	4.88	4.88		1	2										
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6										
		Ducha	2						2	4										
		Llave de jardín	3						3	9										
		Calentador	1						3	3										
					10			6.58	6.58	0.50		24	0.61	9.67	1.00	0.0254	150	0.07	1.21	0.43
3.1	3	Lavamanos	3	Tubo 1"	1	4.88	4.88		1	3										
		Inodoro de tanque	3	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	9										
		Ducha	3						2	6										
		Llave de jardín	3						3	9										
		Calentador	2						3	6										
					14			6.58	6.58	0.45		33	0.81	12.76	1.00	0.0254	150	0.11	1.59	0.72
<b>Sub Total del 10-E al 3</b>																			<b>3.33</b>	
3	2	Lavamanos	4	Tubo 1"	1	0.81	0.81		1	4										
		Inodoro de tanque	4	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	12										
		Ducha	3	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		2	6										
		Llave de jardín	4	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	12										
		Fregadero	1						3	3										
		Lavadero	2						3	6										
		Lavadora	1						3	3										
		Calentador	2						3	6										
					21			4.31	4.31	0.42		52	1.15	18.29	1.00	0.0254	150	0.21	2.28	0.92
2	1	Lavamanos	4	Tubo 1"	1	31.15	31.15		1	4										
		Inodoro de tanque	4	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	12										
		Ducha	3						2	6										
		Llave de jardín	4						3	12										
		Fregadero	1						3	3										
		Lavadero	2						3	6										
		Lavadora	1						3	3										
		Calentador	2						3	6										
					21			32.85	32.85	0.42		52	1.15	18.29	1.00	0.0254	150	0.21	2.28	7.00
1	Med	Lavamanos	4	Tee 1"	1	1.70	1.70		1	4										
		Inodoro de tanque	4	Tubo 1"	1	3.82	3.82		3	12										
		Ducha	3	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		2	6										
		Llave de jardín	5	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		3	15										
		Fregadero	1						3	3										
		Lavadero	2						3	6										

Tramo		Long. Equivalente (m)																
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	Longitud	Total	Factor de Simultaneidad	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)
		Lavadora	1						3	3								
		Calentador	2						3	6								
			22				7.32	0.42		55	1.19	18.86	1.00	0.0254	150	0.23	2.36	1.65
<b>Sub Total del 3 al MEDIDOR</b>																		
<b>DESDE EL MEDIDOR AL 10-E</b>																		
<b>DESDE EL MEDIDOR AL 7B</b>																		

**Cuadro 23.** Análisis hidráulico de la red de agua potable - Alternativa 02.

Tramo		Long. Equivalente (m)																	
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	Factor de Simultaneidad	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)	
10-E	10.D	Llave de jardín	1	Reductor 3/4"-1/2"	1	0.24	0.24		3	3									
				Codo 3/4"*90	1	0.70	0.70												
				Tubo 3/4"	1	1.40	1.40												
			1				2.34	1.00		3	0.12	1.90	0.75	0.0191	150	0.01	0.42	0.03	
10.D	10.C	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3									
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	0.57	0.57		2	2									
			2				1.97	1.00		5	0.23	3.65	0.75	0.0191	150	0.04	0.81	0.09	
10.C	10.B	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3									
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	1.39	1.39		2	2									
		Inodoro de tanque	1							3	3								
					3			2.79	0.80		8	0.29	4.60	0.75	0.0191	150	0.07	1.02	0.19
10.B	10.A	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3									
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	0.36	0.36		2	2									
		Inodoro de tanque	1		1					3	3								
		Lavamanos	1							1	1								
					4			1.76	0.68		9	0.32	5.07	0.75	0.0191	150	0.08	1.13	0.14
10.A	10	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3									
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	0.94	0.94		2	2									
		Inodoro de tanque	1	Válv. Compuerta 3/4"	1	0.10	0.10				3	3							
		Lavamanos	1	Reductor 1"-3/4"	1	0.11	0.11				1	1							
		Calentador	1							3	3								

Tramo		Long. Equivalente (m)																	
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	Factor de Simultaneidad	UG	UGT	Qd (Ips)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)	
			5				2.55	0.62		12	0.38	6.02	0.75	0.0191	150	0.11	1.34	0.28	
<b>Sub Total del 10-E al 10</b>																		<b>0.73</b>	
10	9	Lavamanos	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tubo 1"	1	10.32	10.32		3	3									
		Ducha	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		2	2									
		Llave de jardín	1						3	3									
		Calentador	1						3	3									
			5				12.82	0.62		12	0.38	6.02	1.00	0.0254	150	0.03	0.75	0.35	
9	8	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	5.41	5.41		1	2									
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6									
		Ducha	2						2	4									
		Llave de jardín	2						3	6									
		Calentador	1						3	3									
			9				7.11	0.51		21	0.56	8.88	1.00	0.0254	150	0.06	1.11	0.40	
8	ST1	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	6.36	6.36		1	2									
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6									
		Ducha	2						2	4									
		Llave de jardín	3						3	9									
		Calentador	1						3	3									
			10				8.06	0.50		24	0.61	9.67	1.00	0.0254	150	0.07	1.21	0.53	
<b>Sub Total del 10-E al ST1</b>																		<b>2.00</b>	
7-B	7-A	Lavamanos	1	Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50		1	1									
				Tubo 1/2"	1	0.71	0.71												
				Reductor 3/4"-1/2"	1	0.24	0.24												
			1				1.45	1.00		1	0.12	1.90	0.50	0.0127	150	0.09	0.95	0.14	
7-A	7	Lavamanos	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tubo 3/4"	1	4.31	4.31		3	3									
				Válv. Compuerta 3/4"	1	0.10	0.10												
				Reductor 1"-3/4"	1	0.11	0.11												
			2				5.92	1.00		4	0.16	2.54	0.75	0.01905	150	0.02	0.56	0.13	
<b>Sub Total del 7-B al 7</b>																		<b>0.27</b>	
7	6	Lavamanos	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tubo 1"	1	2.88	2.88		3	3									
					2			3.68	1.00		4	0.16	2.54	1.00	0.0254	150	0.01	0.32	0.02

Tramo		Long. Equivalente (m)																		
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	Factor de Simultaneidad	UG	UGT	Qd (Ips)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)		
6	5	Lavamanos	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		1	1										
		Inodoro de tanque	1	Tubo 1"	1	1.72	1.72		3	3										
		Fregadero	1						3	3										
			3				3.42	0.80		7	0.28	4.44	1.00	0.0254	150	0.02	0.56	0.05		
5	4.1	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	3.76	3.76		1	1										
		Inodoro de tanque	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3										
		Llave de jardín	1	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	3										
		Fregadero	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		3	3										
			4				6.16	0.68		10	0.43	6.82	1.00	0.0254	150	0.03	0.85	0.21		
4.1	4	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	9.68	9.68		1	1										
		Inodoro de tanque	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	3										
		Llave de jardín	1						3	3										
		Fregadero	1						3	3										
			4				11.38	0.68		10	0.43	6.82	1.00	0.0254	150	0.03	0.85	0.39		
4	3	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	6.19	6.19		1	1										
		Inodoro de tanque	1	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	3										
		Llave de jardín	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		3	3										
		Fregadero	1						3	3										
		Lavadero	2						3	6										
		Lavadora	1						3	3										
	7				7.19	0.56		19	0.52	8.24	1.00	0.0254	150	0.05	1.03	0.35				
<b>Sub Total del 7-B al 3</b>																			<b>1.29</b>	
3	3.1	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	0.89	0.89		1	1										
		Inodoro de tanque	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	3										
		Llave de jardín	1						3	3										
		Fregadero	1						3	3										
		Lavadero	2						3	6										
		Lavadora	1						3	3										
	7				2.59	0.56		19	0.52	8.24	1.00	0.0254	150	0.05	1.03	0.13				
3.1	ST1	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	4.88	4.88		1	2										
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6										
		Ducha	1						2	2										

Tramo		Long. Equivalente (m)																		
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	Factor de Simultaneidad	UG	UGT	Qd (Ips)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)		
		Llave de jardín	1						3	3										
		Fregadero	1						3	3										
		Lavadero	2						3	6										
		Lavadora	1						3	3										
		Calentador	1						3	3										
			11				6.58	0.49		28	0.71	11.25	1.00	0.0254	150	0.09	1.41	0.57		
<b>Sub Total del ST1 al 7-B</b>																			<b>1.99</b>	
ST1	T1	Lavamanos	4	Tubo 1"	1	1.70	1.70		1	4										
		Inodoro de tanque	4	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	12										
		Ducha	3	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		2	6										
		Llave de jardín	4	Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50		3	12										
		Fregadero	1						3	3										
		Lavadora	1						3	3										
		Lavadero	2						3	6										
		Calentador	2						3	6										
			21				4.00	0.42		52	1.15	18.29	1.00	0.0254	150	0.21	2.28	0.85		
<b>Sub Total del TANQUE al 7-B</b>																			<b>2.84</b>	
<b>Sub Total del TANQUE al 10-E</b>																			<b>2.86</b>	

Cuadro 24. Cálculo desde el punto de conexión a la red.

Tramo		Long. Equivalente (m)																		
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L (m)	Total	FS	UG	UGT	Qd (Ips)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)		
<b>Sub Total del ST1 al 10-E</b>																			<b>2.00</b>	
ST1	3.1	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	4.88	4.88		1	2										
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6										
		Ducha	2						2	4										
		Llave de jardín	3						3	9										
		Calentador	1						3	3										
			10				6.58	0.50		24	0.61	9.67	1.00	0.0254	150	0.07	1.21	0.43		
3.1	3	Lavamanos	3	Tubo 1"	1	4.88	4.88		1	3										
		Inodoro de tanque	3	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		3	9										
		Ducha	3						2	6										
		Llave de jardín	3						3	9										
		Calentador	2						3	6										

Tramo		Long. Equivalente (m)																
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L (m)	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)
			14				5.68	0.45		33	0.81	12.76	1.00	0.025 4	150	0.11	1.59	0.62
<b>Sub Total del 10-E al 3</b>																		<b>3.06</b>
3	4	Lavamanos	3	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		1	3								
		Inodoro de tanque	3	Tubo 1"	1	6.19	6.19		3	9								
		Ducha	3	Tee 1"	1	1.70	1.70		2	6								
		Llave de jardín	3						3	9								
		Calentador	2						3	6								
					14				8.09	0.45		33	0.81	12.76	1.00	0.025 4	150	0.11
4	4.1	Lavamanos	3	Tubo 1"	1	9.68	9.68		1	3								
		Inodoro de tanque	3	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	9								
		Ducha	3						2	6								
		Llave de jardín	3						3	9								
		Calentador	2						3	6								
		Lavadora	1						3	3								
		Lavadero	2						3	6								
			17				11.38	0.44		42	0.95	15.06	1.00	0.025 4	150	0.15	1.88	1.69
4.1	2	Lavamanos	4	Tubo 1"	1	0.81	0.81		1	4								
		Inodoro de tanque	4	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		3	12								
		Ducha	3	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		2	6								
		Llave de jardín	4	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	12								
		Calentador	2						3	6								
		Fregadero	1						3	3								
		Lavadora	1						3	3								
		Lavadero	2						3	6								
			21				4.31	0.42		52	1.15	18.29	1.00	0.025 4	150	0.21	2.28	0.92
2	1	Lavamanos	4	Tubo 1"	1	0.81	0.81		1	4								
		Inodoro de tanque	4	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	12								
		Ducha	3						2	6								
		Llave de jardín	4						3	12								
		Calentador	2						3	6								
		Fregadero	1						3	3								
		Lavadora	1						3	3								
		Lavadero	2						3	6								
			21				2.51	0.42		52	1.15	18.29	1.00	0.025 4	150	0.21	2.28	0.53

Tramo		Long. Equivalente (m)																	
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L (m)	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)	
1	Med	Lavamanos	4	Tee 1"	1	1.70	1.70		1	4									
		Inodoro de tanque	4	Tubo 1"	1	3.82	3.82		3	12									
		Ducha	3	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		2	6									
		Llave de jardín	5	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		3	15									
		Calentador	2						3	6									
		Fregadero	1						3	3									
		Lavadora	1						3	3									
		Lavadero	2						3	6									
			22				7.32	0.42		55	1.19	18.86	1.00	0.025 4	150	0.23	2.36	1.65	
<b>Sub Total del 3 al MEDIDOR</b>																			<b>3.10</b>
<b>DESDE EL MEDIDOR AL 10-E</b>																			<b>6.16</b>
<b>DESDE EL MEDIDOR AL 7B</b>																			<b>4.40</b>

**Cuadro 25.** Cálculo de presión mínima.

Descripción	ALT	Unidad
<b>1. Desde el Medidor</b>		
Suma de pérdidas totales desde el pto. 10E al medidor	6.16	m
Presión mínima sobre el artefacto	10.00	m
Pérdidas en el medidor de 3/4"	2.46	m
	<b>18.62</b>	<b>m</b>
<b>2. Desde el Tanque</b>		
Suma de pérdidas totales desde el pto. 10E al tanque	2.86	m
Presión mínima sobre el artefacto	10.00	m
	<b>12.86</b>	<b>m</b>

Cabe mencionar que debido a que la presión mínima asumida en el punto de acople al sistema público es de 14 m.c.a, se requiere utilizar un sistema hidroneumático que proporcione la presión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema.

#### 5.1.8. Sistema hidroneumático

##### 5.1.8.1. Características del equipo de bombeo.

Las características del equipo de bombeo y tanque hidroneumático fueron calculadas en **cuadros 26, 27 y 28**.

**Cuadro 26.** Diámetro y pérdidas en la tubería de succión y descarga.

Descripción	Unidad	Valor
<b>Características de la succión</b>		
Pérdidas en la succión		0.31
Velocidad succión	m/s	0.79
Diámetro	m	0.0508
	pulg	2.00
Área ( $A=31416 \cdot D^{2/4}$ )		0.0020
Longitud equivalente en la succión		15.95
Accesorios		
1 Válvula de pie de 2"		14.00
1 codo de 2"*90 radio largo		1.10
Altura de succión		0.35
Sumergencia	m	0.50

Descripción		Unidad	Valor
<b>Características de la descarga</b>			
Pérdidas en la descarga			1.48
	Velocidad	m/s	3.16
	Diámetro	m	0.0254
		plg	1.00
Longitud equivalente en la descarga		m	2.60
	Accesorios		
	1 Válvula de compuerta de 1"	m	0.20
	1 Válvula de retención de 1"	m	1.60
	2 codos de 1"*45	m	0.80

**Cuadro 27.** Cálculo de carga total dinámica del equipo de bombeo.

Item	Descripción	Unidad	Resultado
1	Caudal bombeado	l/s	1.57
		gpm	25
2	Cabeza requerida punto crítico	m	29.73
3	Pérdidas por fricción hasta el punto crítico	m	2.86
4	H - altura estática hasta el punto crítico	m	0.6
5	Pérdidas por fricción en la succión	m	0.31
6	H - altura estática de succión	m	0.35
7	Perdidas por fricción en la descarga	m	1.48
8	Carga Total Dinámica calculada	m	35.33
9	Carga Total Dinámica de diseño	m	40

**Cuadro 28.** Cálculo de potencia del equipo de bombeo.

Item	Descripción	Unidad	Resultado
1	Eficiencia - e	%	75
2	$H_p = (Q \cdot H) / (75n/100\%)$	HP	1.29
3	$PT = P \cdot 1.2$	HP	1.55
4	<b>Potencia propuesta</b>	HP	2.00

### 5.1.8.2. Características del tanque hidroneumático

Las características del tanque hidroneumático se describen en cuadro 29.

**Cuadro 29.** Cálculo del tanque hidroneumático.

Item	Descripción	Fórmula	Unidad	Valor	Observación
1	Caudal de bombeo	$Q_b$	l/s	1.57	25 gpm
2	Presión máxima	$P_{m\acute{a}x}$	m	28.00	40 psi
3	Presión mínima	$P_{m\acute{i}n}$	m	14.00	20 psi
4	Tiempo	$T$	seg	60.00	
5	Volumen útil	$V_u = Q_b * T$	litros	94.20	
			galones	24.89	Usar
6	Volumen total	$V_t = V_u * (P_{m\acute{a}x} - 1) / (P_{m\acute{a}x} - P_{m\acute{i}n})$	litros	181.67	189
			galones	48.00	50

El equipo hidroneumático se calculó para trabajar con presiones de 20 – 40 PSI (14 – 28 m) y se dimensionó según criterios del fabricante. Para mantener la presión necesaria en la red se selecciona un tanque hidroneumático con capacidad de 85 galones, marca STA-RITE, modelo PS220-T52. Ver especificaciones en Anexo B

## 5.2. Sistema de aguas negras

En el sistema de alcantarillado sanitario, se calcularon las tuberías de recolección y sistema de tratamiento de aguas residuales hasta su disposición final, ya que San Isidro de Bolas no cuenta con alcantarillado sanitario público

### 5.2.1. Red de alcantarillado sanitario

#### 5.2.1.1. Caudal de aguas residuales

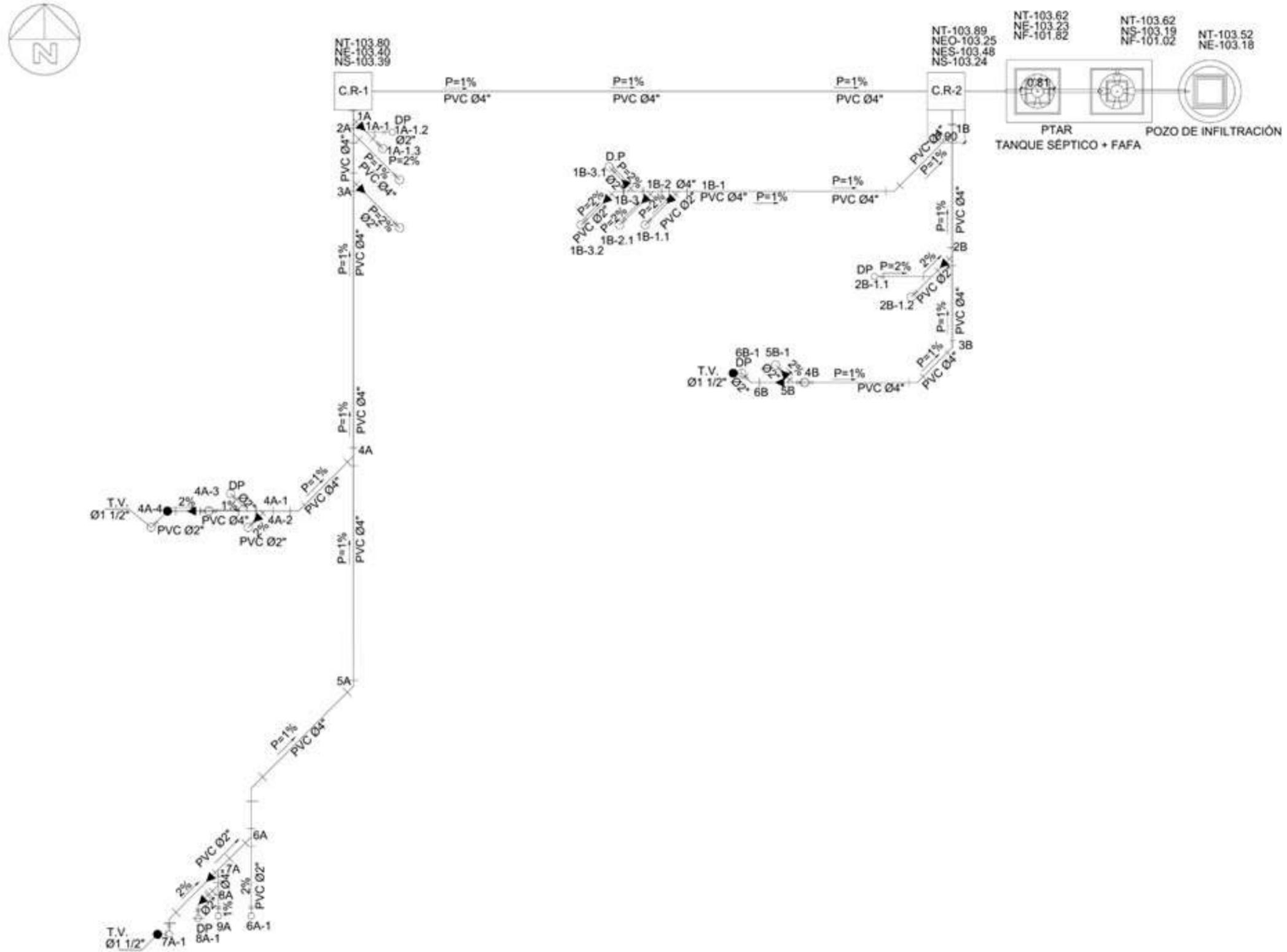
Para el diseño de la red de recolección de aguas negras se consideró el factor de retorno del 80%, el caudal de aguas residuales generado es de 1.2 m<sup>3</sup>/día.

#### 5.2.1.2. Trazado y Análisis Hidráulico de la red

Se efectuó el trazado según la ubicación de los artefactos, paredes y garantizando que el recorrido fuera el más óptimo, para el cálculo de las redes se utilizaron los caudales calculados por ramal según los artefactos que descargan y se determinaron sus velocidades a tubo lleno y de diseño. **Ver figura 11** en la cual se refleja el sentido del flujo, diámetros de tubería y numeración de los nodos, así mismo el **cuadro 30** en el cual se presenta el análisis de la red.

Se ubicaron 2 cajas de registro en la intersección de tubos y en los cambios de dirección a fin de garantizar el adecuado mantenimiento del sistema. Ver planos en Anexo E, hoja 8 de 15.

Figura 11. Red de aguas residuales domésticas.



**Cuadro 30.** Análisis hidráulico de la red de alcantarillado sanitario.

Tramo		Artefacto	No. U	L (m)	D (pulg)	D (m)	UD/acc.	UD total	Qmáx Prob.	Qt	St	VII	All	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la Tubería		Profundidades		
De	A								(l/s)	(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)			(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
9A	8A	Inodoro de tanque	1				5	5														104.0				
			1	0.78	4	0.1		5	0.38	2.33	1.0	8.640	0.008	70.0	0.033	0.126	0.36	0.086	0.012	3.125	0.008	103.6	103.5	0.40	0.41	
8A	7A	Inodoro de tanque	1				5	5																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
			2	0.37	4	0.1		8	0.49	3.73	1.0	8.640	0.008	70.0	0.053	0.180	0.42	0.116	0.017	3.681	0.011	103.5	103.5	0.41	0.41	
7A	6A	Inodoro de tanque	1				5	5																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavamanos	1				2	2																		
			3	1.11	4	0.1		10	0.57	4.66	1.0	8.640	0.008	70.0	0.066	0.185	0.45	0.128	0.018	3.888	0.013	103.5	103.5	0.41	0.42	
6A	5A	Inodoro de tanque	1				5	5																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavamanos	1				2	2																		
		Ducha	1				4	4																		
			4	4.63	4	0.1		14	0.7	6.52	1.0	8.640	0.008	70.0	0.093	0.228	0.51	0.161	0.023	4.450	0.016	103.5	103.5	0.42	0.47	
5A	4A	Inodoro de tanque	1				5	5																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavamanos	1				2	2																		
		Ducha	1				4	4																		
			4	5.56	4	0.1		14	0.7	6.52	1.0	8.640	0.008	70.0	0.093	0.228	0.51	0.161	0.023	4.450	0.016	103.5	103.4	0.47	0.52	
4A	3A	Inodoro de tanque	2				5	10																		
		Drenaje de piso	2				3	6																		
		Lavamanos	2				2	4																		
		Ducha	2				4	8																		
			8	6.59	4	0.1		28	1.19	13.05	1.0	8.640	0.008	70.0	0.186	0.320	0.62	0.236	0.033	5.409	0.024	103.4	103.4	0.52	0.59	
3A	2A	Inodoro de tanque	2				5	10																		
		Drenaje de piso	2				3	6																		
		Lavamanos	2				2	4																		
		Ducha	3				4	12																		
			9	1.15	4	0.1		32	1.31	14.91	1.0	8.640	0.008	70.0	0.212	0.352	0.65	0.258	0.035	5.659	0.026	103.4	103.4	0.59	0.60	
2A	1A	Inodoro de tanque	3				5	15																		
		Drenaje de piso	2				3	6																		
		Lavamanos	2				2	4																		
		Ducha	3				4	12																		
			10	0.35	4	0.1		37	1.42	17.24	1.0	8.640	0.008	70.0	0.246	0.377	0.68	0.280	0.038	5.884	0.028	103.4	103.3	0.60	0.61	
1A	CR-1	Inodoro de tanque	3				5	15																		
		Drenaje de piso	3				3	9																		
		Lavamanos	3				2	6																		
		Ducha	3				4	12																		
			12	0.66	4	0.1		42	1.58	19.57	1.0	8.640	0.008	70.0	0.279	0.400	0.70	0.300	0.040	6.109	0.030	103.3	103.3	0.61	0.61	
CR-1	CR-2	Inodoro de tanque	3				5	15																		
		Drenaje de piso	3				3	9																		

Tramo		Artefacto	No. U	L	D	D	UD/acc.	UD total	Qmáx Prob.	Qt	St	VII	All	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la Tubería		Profundidades	
De	A			(m)	(pulg)	(m)			(l/s)	(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)	(m/s)	(m²)	(l/s)				(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)
		Lavamanos	3				2	6																	
		Ducha	3				4	12																	
			12	14.2	4	0.1		42	1.58	19.57	1.0	8.640	0.008	70.0	0.279	0.40	0.70	0.300	0.040	6.109	0.030	103.3	103.2	0.61	0.75
6B	5B	Drenaje de piso	1				3																		
			1	1.00	2	0.0		3	0.2	1.40	2.0	7.698	0.002	15.6	0.089	0.215	0.49	0.151	0.010	3.810	0.007	103.6	103.5	0.40	0.42
5B	4B	Drenaje de piso	1				3	3																	
		Lavamanos	1				2	2																	
			2	0.28	4	0.1		5	0.38	2.33	1.0	8.640	0.008	70.0	0.033	0.126	0.36	0.086	0.012	3.162	0.008	103.5	103.5	0.42	0.42
4B	3B	Drenaje de piso	1				3	3																	
		Lavamanos	1				2	2																	
		Inodoro de tanque	1				5	5																	
			3	3.89	4	0.1		10	0.57	4.66	1.0	8.640	0.008	70.0	0.066	0.185	0.45	0.128	0.018	3.888	0.013	103.5	103.5	0.42	0.46
3B	2B	Drenaje de piso	1				3	3																	
		Lavamanos	1				2	2																	
		Inodoro de tanque	1				5	5																	
			3	2.19	4	0.1		10	0.57	4.66	1.0	8.640	0.008	70.0	0.066	0.185	0.45	0.128	0.018	3.888	0.013	103.5	103.5	0.46	0.48
2B	1B	Drenaje de piso	2				3	6																	
		Lavamanos	1				2	2																	
		Inodoro de tanque	1				5	5																	
		Fregadero	1				4	4															103.8		
			5	2.95	4	0.1		17	0.80	7.92	1.0	8.640	0.008	70.0	0.113	0.253	0.55	0.179	0.025	4.778	0.018	103.5	103.4	0.48	0.51
1B	CR-2	Drenaje de piso	3				3	9																	
		Lavamanos	1				2	2																	
		Inodoro de tanque	1				5	5																	
		Fregadero	1				4	4																	
		Lavadora	1				2	2																	
		Lavadero	2				4	8																	
			9	1.00	4	0.1		30	1.26	13.9	1.0	8.640	0.008	70.0	0.199	0.334	0.63	0.244	0.033	5.495	0.024	103.4	103.4	0.51	0.52
CR-2	PTA R	Drenaje de piso	3				3	9																	
		Lavamanos	1				2	2																	
		Inodoro de tanque	1				5	5																	
		Fregadero	1				4	4																	
		Lavadora	1				2	2																	
		Lavadero	2				4	8																	
			9	1.00	4	0.1		30	1.26	13.9	1.0	8.640	0.008	70.0	0.199	0.334	0.63	0.244	0.033	5.495	0.024	103.2	103.2	0.75	0.76

Todas las velocidades cumplen con los rangos establecidos para aguas residuales en las Normas del INAA y ENACAL.

## 5.2.2. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Se consideraron dos alternativas para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, cabe mencionar que la diferencia entre ambos sistemas radica en dos aspectos: el proceso de descomposición y el producto final del proceso. Luego están las diferencias acerca de la instalación y el mantenimiento, un factor determinante para escoger el sistema es la capacidad y calidad de los efluentes.

- **Alternativa 01:** Tanque Séptico – FAFA - Pozo de Infiltración

Se presentan los cálculos del sistema de tratamiento de dos fases (cuadro 31). El tanque séptico será de una cámara, con un volumen útil total de 2,500 litros, para un período de retención de 1 día, y en dicho cuadro también se reflejan las dimensiones del FAFA, pozo de infiltración y calidad de los efluentes.

**Cuadro 31.** Cálculo del sistema de tratamiento.

Item	Descripción	Fórmula	Unidad	Cantidad	Medidas constructivas
1	Número de contribuyentes		hab	6.00	
2	Dotación	Dot.	l/hab/día	250.00	
3	Aporte per cápita	$Ap = 0.8 \cdot Dot$	l/hab/día	200.00	
4	Consumo Promedio Diario	$CPD = Ap \cdot hab$	l/día	1200.00	
5	Caudal de aguas residuales	$Qar = CPD$	litros	1200.00	
<b>TANQUE SÉPTICO</b>					
6	Tiempo de retención (Tr)		día	1.00	
7	Contribución de lodos		l/día	1.00	
8	Volumen útil (Vu)	$Vu = N(CTr + 100Lf)$	litros	1800.00	<b>2500 l</b>
			m <sup>3</sup>	1.80	
9	Profundidad útil (Pu)		m	1.10	<b>1.80</b>
10	Área de la fosa séptica	$A = V/Pu$	m <sup>2</sup>	1.64	
11	L interna total de la fosa (L)	Se adopta	m	1.50	<b>2.00</b>
12	Ancho interno de la fosa (B)	$bi = A/L$	m	1.09	<b>1.50</b>

Item	Descripción	Fórmula	Unidad	Cantidad	Medidas constructivas
13	Relación largo/ancho	Li/bi		1.38	
<b>FILTRO ANAEROBIO</b>					
1	Volumen	$V=1.6N*C*Tr$	m <sup>3</sup> /d	1.92	2500 l
2	Área	$A=V/H$	m <sup>2</sup>	1.07	
3	Profundidad (H)	propuesta	m	1.80	<b>2.60</b>
4	Ancho (B)	B	m	1.09	<b>1.50</b>
5	Longitud (L)	$L=A/B$	m	0.98	<b>1.20</b>
<b>POZO DE INFILTRACIÓN</b>					
1	Q de aguas residuales		l/d	1200.00	
2	Capacidad de absorción	$Ci= \text{valor /Prueba}$	l/día*m <sup>2</sup>	107.92	
3	Capacidad de absorción	$Ci= 70\%$	l/día*m <sup>2</sup>	75.54	
4	Ainf=Q/Vinfiltr.	$A=Q/Ci$	m <sup>2</sup>	15.89	
		$A =3.1416*D*H$		15.89	
5	Diámetro	D	m	1.50	<b>2.00</b>
6	Profundidad (H)	$H= A/ 3.1416*D$	m	3.37	<b>3.5</b>

Las bacterias que se generan de forma espontánea en el interior de la fosa séptica serán capaces de efectuar una limpieza equivalente al 70% de los contaminantes de las aguas negras, esto quiere decir que el agua que sobra del proceso debería pasar por un segundo tratamiento antes de verterlas de regreso en el medio ambiente.

- **Alternativa 02:** Biodigestor – Pozo de Infiltración

Se consideró el uso de un depósito plástico con capacidad de 3,000 litros, y como disposición final se empleara un pozo con diámetro de 2.00 m y profundidad de 2.50 m, se presenta el cálculo en cuadro 32.

**Cuadro 32.** Cálculo de Biodigestor - Pozo de infiltración.

Item	Descripción	Fórmula	Unidad	Cantidad
<b>BIODIGESTOR</b>				
1	Número de contribuyentes		hab	6.00
2	Dotación	Dot.	l/hab/día	250.00
3	Aporte per cápita	$Ap = 0.8 * Dot$	l/hab/día	200.00
4	Consumo Promedio Diario	$CPD = Ap * hab$	l/día	1200.00
5	Caudal de aguas residuales (Qar)	$Qar = CPD$	litros	1200.00
6	Tiempo de retención (Tr)		día	1.00
7	Tasa de acumulación de lodos	TL	L/hab/Año	40.00
8	Período de limpieza	PL	Años	1.00
9	Volumen de acumulación de lodos (VL)	$VL = N * TL * PL$	l/día	240.00
10	Volumen útil (Vu)	$Vu = (Qar + Ql) * TL$	litros	1440.00
			m³	1.44
11	Profundidad útil (Hu)		m	<b>2.10</b>
12	Diámetro		m	<b>2.00</b>
13	Volumen (Rotoplas)		m³	<b>3.00</b>
<b>POZO DE INFILTRACIÓN</b>				
1	Q de aguas residuales		l/d	1200.00
2	Capacidad de absorción calculada	$Ci = \text{valor} / \text{Prueba}$	l/día*m2	75.54
4	$A_{inf} = Q / V_{infiltr.}$	$A = Q / Ci$	m2	15.89
		$A = 3.1416 * D * H$		15.89
5	Diámetro	D	m	1.50
6	Profundidad	$H = A / 3.1416 * D$	m	2.36

En el caso del Biodigestor la eficiencia de las bacterias anaeróbicas y el filtro, el efluente que resulta después del proceso tendrá un 95% de limpieza, por lo que puede descargarse de forma directa en el medio ambiente sin contaminar.

#### 5.2.2.1. Disposición Final

Ambas alternativas requieren de la construcción de un pozo de infiltración, para disponer los efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales, el cálculo se presenta en **cuadro 31 y cuadro 32**.

Según resultados de la prueba de infiltración realizada en el sitio del proyecto, la capacidad de infiltración equivale a 107.92 l/m<sup>2</sup>\*día. Ver Anexo C.

#### 5.2.2.2. Calidad de las aguas residuales domésticas afluentes.

Según estudios realizados por el INAA y la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), los valores promedios de Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Coliformes Fecales de las aguas residuales domésticas son de 250 mg/l y 1x10<sup>7</sup> NMP/100 ml.

Considerando las eficiencias según acápite 9.3, cuadro 3 de la NTON 05 027-05 se estima que ambas alternativas pueden generar la eficiencia reflejada en el **cuadro 33**.

**Cuadro 33.** Calidad de efluente.

Parámetro	Eficiencia (%)		Unidades
	Fosa séptica	Biodigestor	
DBO5	40	90	mg/l
Coliformes Fecales en la entrada	20	95	NMP/100ml

### 5.3. Drenaje Pluvial

Se desarrollaron dos alternativas para el cálculo del sistema de drenaje pluvial, las cuales se describen a continuación:

- **Alternativa-01:** El agua pluvial será captada mediante canales PVC de 6” ubicados en los techos, por medio de los cuales el agua de lluvia sera dirigida hacia cuatro bajantes PVC de 3”, así mismo, se indica que se requiere de aproximadamente 67 m de tubería para que el agua llegue a las cajas de registro (5) y sea descargada en el pozo de absorción ubicado al costado sureste. **Ver figura 13.**

- **Alternativa -02:** El agua pluvial según **figura 14** será captada mediante canales PVC de 6" ubicados en los techos, por medio de los cuales el agua de lluvia será dirigida hacia cuatro bajantes PVC de 3", y luego se conducirá a cajas de registro que descargaran a un pozo de absorción, cabe mencionar que esta alternativa requiere de menor metraje de tubería (26.12 m), y cajas de registro pluvial (3), el pozo de absorción estará ubicado en el costado noreste de la obra.

Se ha seleccionado la alternativa 02 porque resulta ser económicamente la más factible y constructivamente la más rápida, además de permitir drenar de manera eficaz el agua de lluvia, requiere de menor metraje de tubería y la construcción de menos cajas de registro.

### **5.3.1. Drenaje de techos**

Las áreas de drenaje fueron calculadas a partir de los planos arquitectónicos, resultando como área máxima de drenaje de techo 98.05 m<sup>2</sup> (figura 12), para C de 0.9 e intensidad de 166.4. El cálculo de los caudales se muestra en **cuadro 34**.

### **5.3.2. Cálculo hidráulico de canales horizontales**

Se utilizó el programa de H-canal para el dimensionamiento del canal horizontal que posee el mayor caudal.

La dimensión propuesta para los canales PVC de sección rectangular es de 0.15 m de ancho y 0.15 m de alto, con pendiente del 1% y con bajantes de 3 pulgadas, capaz de conducir toda el agua pluvial que escurre en el techo, para una velocidad de diseño de 0.813 m/s. (**Ver cuadro 35**).

### **5.3.3. Bajantes**

Para captar las aguas de las áreas de techo se utilizarán 4 bajantes de 3 pulgadas de diámetro. En **cuadro 36** se refleja que con una intensidad de lluvia de 166.4 mm/hora, los bajantes propuestos poseen mayor capacidad para drenar las aguas de los techos de la vivienda.

### **5.3.4. Tuberías de drenaje**

El diámetro final de la tubería que conducirá el agua de lluvia hasta su disposición final será tubería PVC de 150 mm (6"), según cálculos reflejados en cuadros 37 y cuadro 38.

### **5.3.5. Cajas de registro pluvial**

Se ubicaron cajas de registro pluvial con parrillas para la evacuación de las aguas pluviales recolectadas por los bajantes. El agua drenada de techos y áreas de rodamiento serán descargadas al pozo de infiltración.

### **5.3.6. Pozo de infiltración pluvial**

Las aguas pluviales se infiltrarán y almacenarán en un pozo de infiltración al noreste de la obra. El cálculo del pozo se demuestra en **Cuadro 39**.

**Cuadro 34.** Cálculo de áreas de techo.

Item	Ambiente	No. De Áreas	Área de techo		Área Verde		Intensidad mm/H	C		Q		Bajantes			
			m <sup>2</sup>	Ha	m <sup>2</sup>	Ha		techo	verde	m <sup>3</sup> /s	l/s	No.	Area/baj	Qbaj	Diámetro
1		A1	98.05	0.0098			166.4	0.90		0.0041	4.0792	1.00	98.05	4.0792	3"
2		A2	13.00	0.0013			166.4	0.90		0.0005	0.5408	1.00	31.21	1.2984	3"
3		A4	18.21	0.0018			166.4	0.90		0.0008	0.7576				
4		A3	13.48	0.0013			166.4	0.90		0.0006	0.5608	1.00	52.94	2.2025	3"
5		A5	33.45	0.0033			166.4	0.90		0.0014	1.3916				
6		A6 <sub>1</sub>	6.01	0.0006			166.4	0.90		0.0003	0.2500	1.00	13.35	0.5554	3"
7		A6 <sub>2</sub>	13.35	0.0013			166.4	0.90		0.0006	0.5554				
8		A7	5.08	0.0005			166.4	0.90		0.0002	0.2113				
9	AREA VERDE	A8			21.95	0.0022	166.4		0.30	0.0003	0.3044				
10	TERRAZA	A9			12.00	0.0012	166.4		0.90	0.0005	0.4992				
11	TERRAZA	A10			6.76	0.0007	166.4		0.90	0.0003	0.2812				
12		A11			10.24	0.0010	166.4		0.90	0.0004	0.4260				
13		A12			3.80	0.0004	166.4		0.90	0.0002	0.1581				
<b>Caudal total</b>										0.0081	8.1355	4.00			

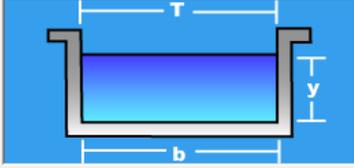
**Cuadro 35.** Cálculo hidráulico de canales horizontales de techo.

Lugar: 
Proyecto:

Tramo: 
Revestimiento:

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):  m  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>  
 Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):   
 Tipo de flujo:

Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m  
 Velocidad (v):  m/s  
 Energía específica (E):  m-Kg/Kg

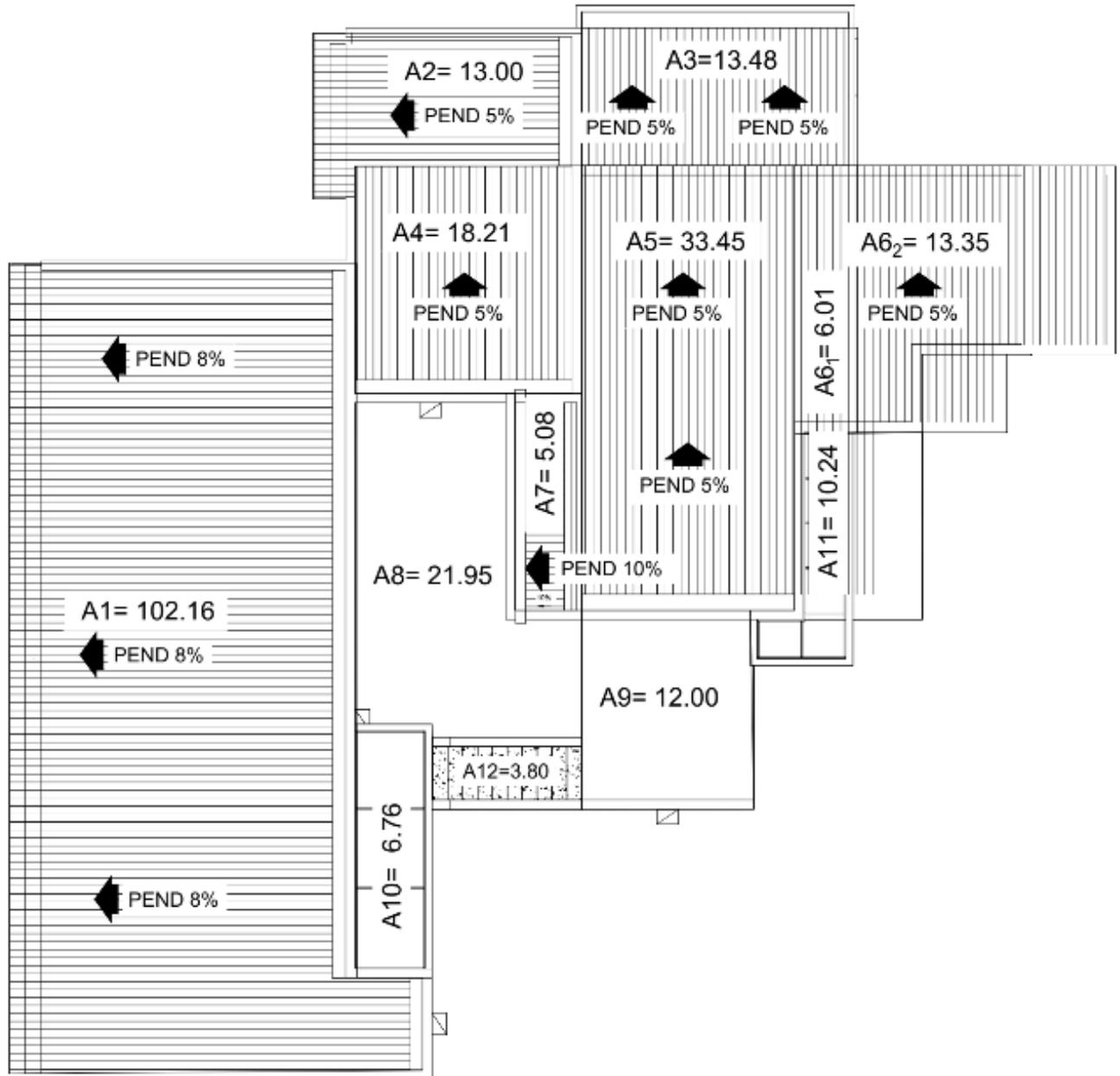
Realiza la impresión de la pantalla

10:24    28/9/2021

**Cuadro 36.** Diámetros de bajantes pluviales.

Diámetro de Bajantes (pulg)	Intensidad de lluvia mm/hora		
	150	166.4	200
	Área servida (m <sup>2</sup> )		
3	135	123.5	100
4	285	260.4	210

Figura 12. Áreas de techo



**Figura 13.** Red de drenaje pluvial – Alternativa 01

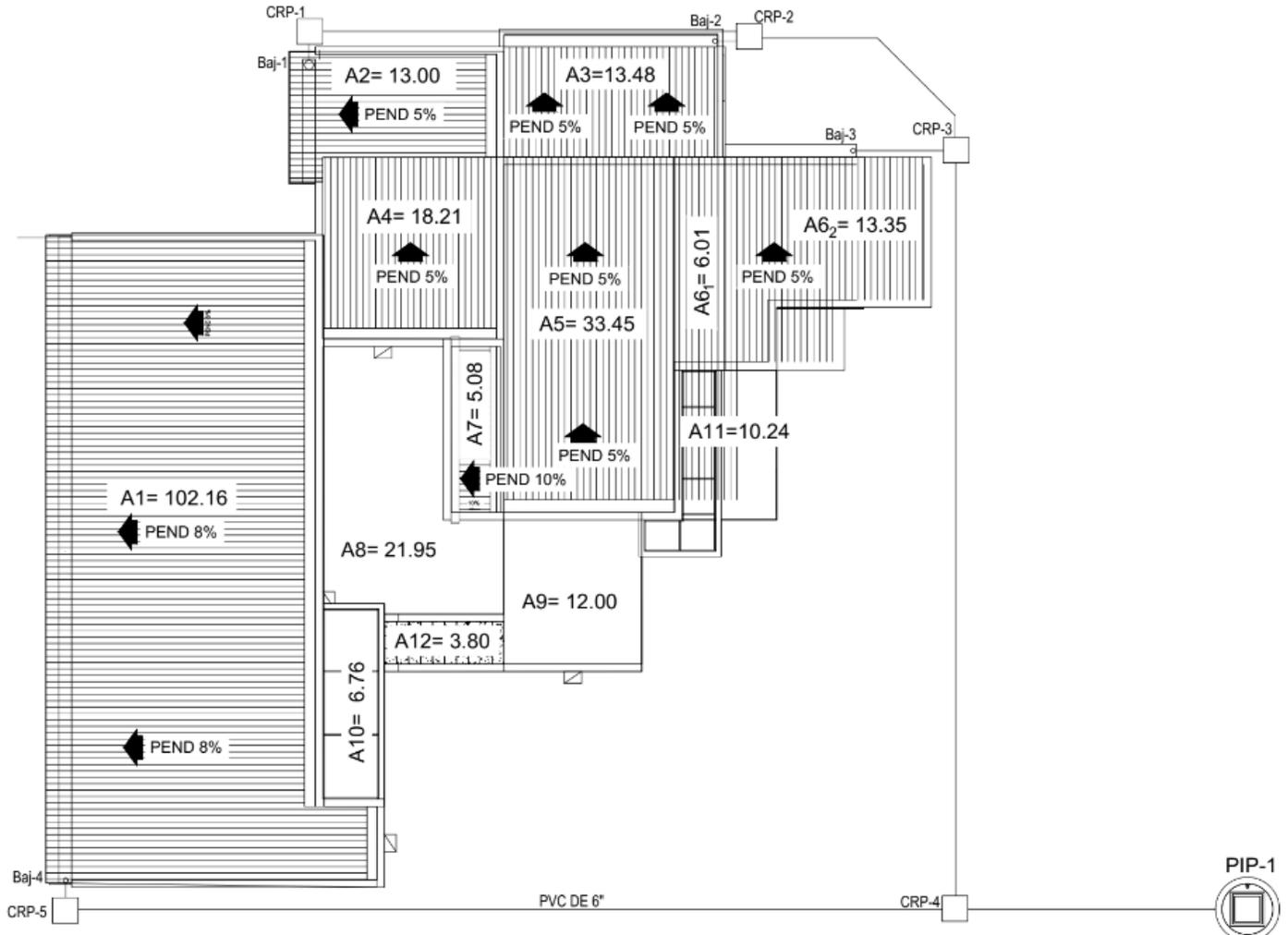
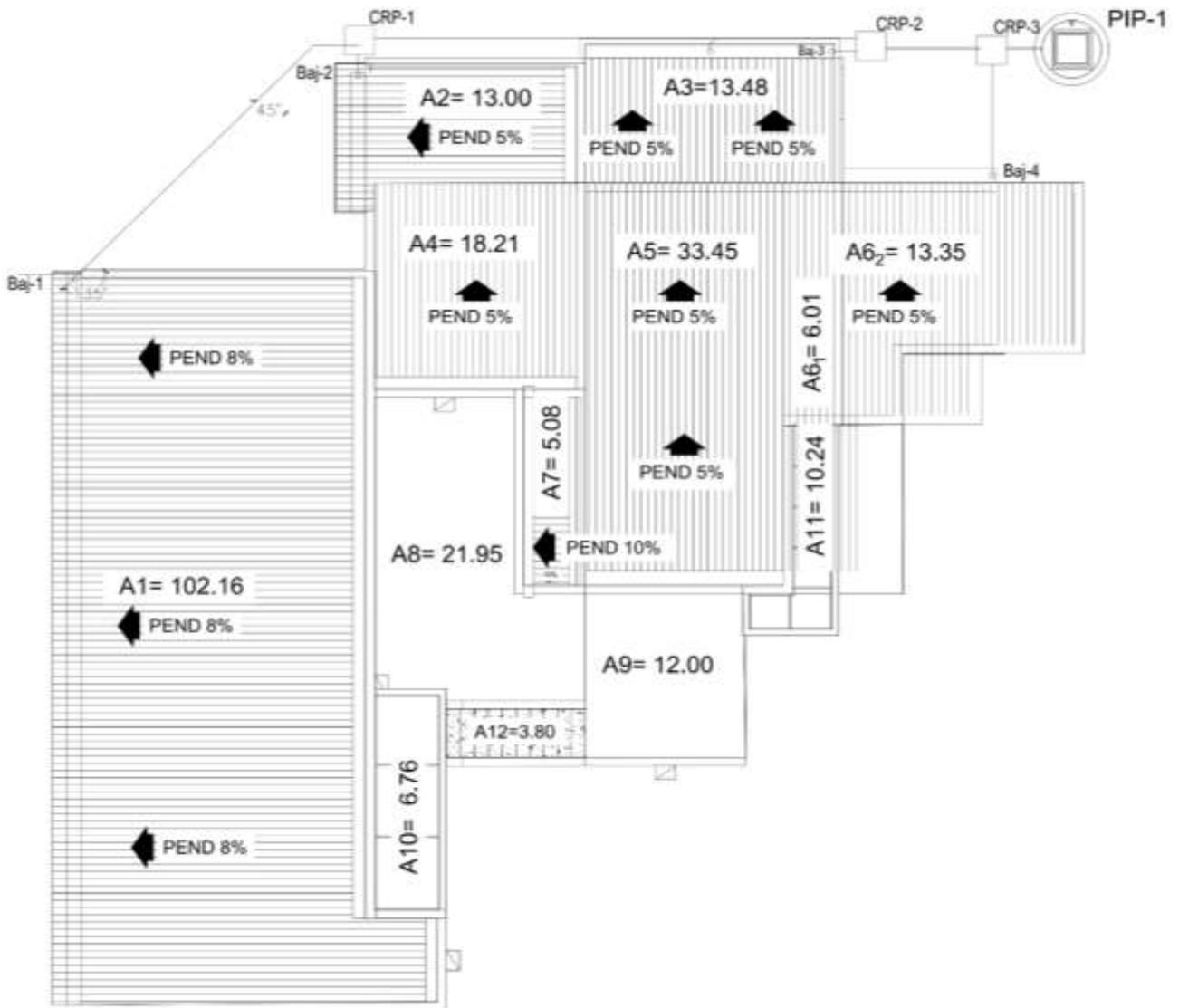


Figura 14. Red de drenaje pluvial - Alternativa 02.



**Cuadro 37.** Análisis hidráulico de la red de drenaje pluvial - Alternativa 01.

Tramo No.	Del	Al	Caudal diseño (lps)	Long m	Diam. mm	Pendientes		QII (lps)	Velocidad		d/D	Qd/QTII	vd/VTII	q/Qcal
	Punto	Punto				Terr. %	Tub. %		Lleno m/s	Diseño m/s				
1	BAJ-1	CRP-1	1.2984	0.73	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.43	16.10%	0.093	0.540	0.056
2	CRP-1	CRP-2	1.2984	10.32	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.43	16.10%	0.093	0.540	0.056
3	BAJ-2	CRP-2	2.2025	0.81	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.51	21.30%	0.157	0.638	0.099
4	CRP-2	CRP-3	3.5009	6.41	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.60	28.70%	0.250	0.757	0.180
5	BAJ-3	CRP-3	0.5554	2.40	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.29	8.60%	0.040	0.364	0.015
6	CRP-3	CRP-4	4.0563	17.86	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.62	30.70%	0.290	0.786	0.205
7	BAJ-4	CRP-5	1.2984	0.69	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.43	16.10%	0.093	0.540	0.056
8	CRP-5	CRP-4	1.2984	20.90	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.43	16.10%	0.093	0.540	0.056
9	CRP-4	PIP-1	5.3547	6.87	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.69	37.40%	0.382	0.872	0.298

**Cuadro 38.** Análisis hidráulico de la red de drenaje pluvial - Alternativa 02.

Tramo No.	Del	Al	Caudal diseño (lps)	Long m	Diam. mm	Pendiente		QII (lps)	Velocidad		d/D	Qd/Q <sub>TII</sub>	vd/V <sub>TII</sub>	q/Qcal
	Punto	Punto				Terr. %	Tub. %		Lleno m/s	Diseño m/s				
1	BAJ-1	CRP-1	1.2984	0.73	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.43	16.10%	0.093	0.540	0.056
2	CRP-1	CRP-2	1.2984	10.32	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.43	16.10%	0.093	0.540	0.056
3	BAJ-2	CRP-2	2.2025	0.81	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.51	21.30%	0.157	0.638	0.099
4	CRP-2	CRP-3	3.5009	6.41	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.60	28.70%	0.250	0.757	0.180
5	BAJ-3	CRP-3	0.5554	2.40	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.29	8.60%	0.040	0.364	0.015
6	CRP-3	CRP-4	4.0563	17.86	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.62	30.70%	0.290	0.786	0.205
7	BAJ-4	CRP-5	1.2984	0.69	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.43	16.10%	0.093	0.540	0.056
8	CRP-5	CRP-4	1.2984	20.90	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.43	16.10%	0.093	0.540	0.056
9	CRP-4	PIP-1	5.3547	6.87	150	0.00	0.50	14.00	0.79	0.69	37.40%	0.382	0.872	0.298

**Cuadro 39. Pozo de Infiltración**

Pozo de Infiltración 1	Símbolos	Unid	Fórmulas	PI-1
		m3/s		2.0003E-04
Velocidad de Infiltración	Vinf	m3/s	70%	1.400E-04
Area permeable del pozo	Ap	m2	Ap= 3.1416* D*H	14.1372
Caudal de Infiltración por pozo	Qinf/pozo	m3/s	Ap*Vinf	0.001979
Caudal de escorrentía	Qesc	m3/s	Sum. De caudales	0.23539512
Tiempo de escorrentía	T	min	asumido	10
Volumen de escorrentía	Vesc	m3	Vesc=T*Qesc*60	0.87323536
Número de pozo		un	N	1
Porosidad del material	p	%	30	30
Volumen de almacenamiento por pozo	Valm pozo	m3	Valm pozo =3.1416*D2*H/4	3.711015
Volumen Total de almacenamiento	Vt almac	m3	N*Valmc	3.711015
Caudal total de Almacenamiento	Qalmac	m3/s	Qalmac=V/T	0.00618503
Caudal total de infiltración	Qinf toptal	m3/s	Qinf total=Qpozo*N	0.001979
Diámetro del pozo	D	m		1.50
Profundidad	H	m		3.00
Tiempo que tarda en infiltrarse	Tinf	horas	Vesc/Qinf*3600 < 24 horas	0.12

## 5.4. Resumen de obras Propuestas

### 5.4.1. Agua Potable

#### 5.4.1.1. Acometida

El diámetro de la acometida de la vivienda resultó de 19 mm (3/4"). A partir del medidor el diámetro se amplió a 25 mm (1") desde donde se abastecerá la cisterna y por medio de un by pass las baterías sanitarias de la obra.

#### **5.4.1.2. Red de distribución**

La tubería de agua potable será de cloruro de polivinilo (PVC), con cedula SDR-13.5 para diámetros de ½”, y SDR-17 para diámetros de ¾” – 1”. Los accesorios serán del mismo material PVC cedula 40, así mismo, se instalarán válvulas de pase y accesorios en los diferentes puntos indicados en la red. (Ver Planos en Anexo E)

#### **5.4.1.3. Sistema hidroneumático**

##### **5.4.1.3.1 Cisterna**

El suministro de agua potable para el proyecto se efectuará a través de un sistema de presión, conformado por cisterna, equipo de bombeo y tanque hidroneumático que se describen a continuación:

Una cisterna tipo prefabricada de plástico tipo Rotoplas de 5000 litros con dimensiones de 1.44 m de altura y 2.38 m de diámetro.

##### **5.4.1.3.2 Equipo de Bombeo**

El sistema de bombeo constará de una bomba centrífuga de eje horizontal marca STA RITE modelo DHF, con capacidad de bombeo contra la red de 25 gpm, con carga total dinámica de 40 m y potencia de 2 H.P. con energía monofásica de 115/230 voltios. El diámetro de la tubería de succión de diámetro de 2” y la descarga será de 1 ½”. (ver planos en Anexo E).

##### **5.4.1.3.3 Tanque Hidroneumático**

Un tanque hidroneumático marca STA RITE, modelo PS220-T52 con Capacidades de 85 galones con conexión de 1 ¼”, permitiendo dar suministro con suficiente presión a todos los puntos de la red. (ver Anexo B).

## **5.4.2. Sistema Sanitario**

### **5.4.2.1. Red de recolección**

Las tuberías de drenaje para el desalojo de las aguas servidas serán de PVC con Cédula SDR- 41, y el diámetro de las redes externas e internas será de 100 mm (4") y 50 mm (2"), las cuales se instalarán con pendiente entre el 2%-1% de acuerdo a los niveles mostrados en los planos. Toda la tubería de ventilación de  $\Phi$  2" será en PVC SDR 32.5.

Se utilizarán 2 cajas de registro para facilitar la actividad de mantenimiento y para comunicar las baterías sanitarias.

### **5.4.2.2. Tratamiento y descarga final**

El sistema de tratamiento estará compuesto de tanque séptico, filtro anaerobio de flujo ascendente y pozo de infiltración:

El tanque séptico será de cámara única con dimensiones 1.52 m de diámetro, y 1.80 m de altura.

El filtro anaerobio tendrá la siguiente dimensión: 1.52 m de diámetro, y 1.80 m de altura.

La descarga final de las aguas residuales de la vivienda será a un pozo de infiltración con diámetro de 2 m y con una altura de 3.5 m.

La evacuación de los gases se hará por medio de una tubería de 2" que se colocará en la parte superior del tanque Séptico y del FAFA. Esta tubería conducirá los gases hacia arriba a una altura mínima de 2.00 sobre el nivel de los tanques.

### **5.4.3. Drenaje Pluvial**

#### **5.4.3.1. Canales pluviales, bajantes y tuberías**

Para la descarga de agua pluvial de la vivienda se propuso un colector de 150 mm (6") de diámetro, y cuatro bajantes PVC de diámetro de 75 mm (3").

El canal PVC a utilizar será de 150 mm (6") con dimensiones de 0.15 m x 0.15 m de sección rectangular, con pendiente del 1% y según cálculos la velocidad será de 0.81 m/s.

#### **5.4.3.2. Pozo de infiltración**

Para la disposición de las aguas pluviales se construirá un pozo de infiltración ubicado en el área verde al noreste del proyecto, las dimensiones son las siguientes: Diámetro=1.50 m, Altura= 3.0 m (min) el que estará relleno de grava de 1" – 4" para facilitar la infiltración.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

1. El sistema de agua potable fue diseñado para que funcione de tipo indirecto con un sistema hidroneumático en caso que no halla agua o que la presión no sea suficiente o que falle el servicio de agua y de tipo directo por medio de un by pass para que se conduzca el agua a las baterías sanitarias de la vivienda.
2. El consumo de agua resultó de 443 gpd y el almacenamiento para 2 días fue de aproximadamente 5.00 m<sup>3</sup> y la demanda de agua instantánea de todos los artefactos fue de 1.57 l/s (24.87 gpm, aproximadamente de 25 gpm), este caudal será suministrado por un sistema hidroneumático a toda la red, cumpliendo así con las presiones residuales en los nodos.
3. Para satisfacer la demanda del punto más alejado y crítico se requiere una presión mínima de 18.62 m.
4. Las tuberías de drenaje para el desalojo de las aguas servidas serán de PVC con Cédula SDR- 41, y el diámetro de las redes externas e internas será de 100 mm (4") y 50 mm (2"), las cuales se instalarán con pendiente entre el 2%-1% de acuerdo a los niveles mostrados en los planos.
5. Se utilizarán cajas de registro para facilitar la actividad de mantenimiento y para comunicar las baterías sanitarias.
6. El sistema de tratamiento seleccionado está compuesto por tanque séptico – Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente, el cual cumple con las Normas de diseño del INAA (2004) y Norma de MARENA (ley 217).
7. La descarga final de las aguas residuales del sistema será hacia un pozo de infiltración aprovechando la capacidad de infiltración del suelo (Ver Anexo E).

## 6.2. Recomendaciones

- El ingeniero sanitario deberá tener intervención desde el inicio, ya que deberá asegurar el suministro de agua y la evacuación de las aguas residuales, aun cuando solo se tenga el terreno y la topografía.
- Será necesaria su intervención a fin de que se fijen las necesidades de agua potable, aguas residuales y otras, relacionadas con las instalaciones sanitarias; ubicar los depósitos hidráulicos, los equipos necesarios y las redes, cumpliendo con los requisitos mínimos establecidos en las normas vigentes, y cuidando de conseguir condiciones adecuadas para un buen funcionamiento, operación y mantenimiento.
- Solicitar a ENACAL un estudio de presiones continuas durante una semana en el punto de conexión, antes de las instalaciones del sistema hidroneumático.
- Uno de los aspectos más importantes en un abastecimiento de agua a una edificación es la calidad de la misma, por lo tanto, es necesario informarse previamente sobre la calidad de agua que se necesita en cada uno de los ambientes, artefactos o equipos a instalarse.
- Se recomienda la instalación de una válvula de retención después del medidor para evitar posible refluo de agua, así mismo, se recomienda instalar un filtro antes del medidor para reducir los sedimentos y evitar posibles obstrucciones y daños a la red.
- Deberán instalarse todas las válvulas y accesorios reflejados en planos por parte del diseñador.
- El diseño de los depósitos hidráulicos utilizados en las edificaciones para almacenamiento de agua potable, regulación de consumo y presión, denominados cisternas y tanques debe tener en cuenta su ubicación, dimensiones, facilidad de acceso, operación y mantenimiento, impermeabilidad y protección, debe estar orientado sobre todo a la conservación de la calidad del agua.
- Al ubicar la cisterna deberá tenerse presente las instalaciones hidráulicas que son necesarias, todas estas deben ubicarse de tal forma que sean registrables, operativas y con facilidad de mantenimiento y reparación.

- Garantizar la construcción de caseta o cuarto de máquina, para evitar que el sistema hidroneumático quede a la intemperie y a largar su vida útil.
- El cuarto de máquinas debe tener un ingreso con suficiente comodidad y holgura para realizar el registro, control y mantenimiento permanente.
- Tener el espacio suficiente en el cuarto de bombas para instalar las válvulas, accesorios, tableros y otros elementos de control.
- Las tuberías de drenaje para el desalojo de las aguas servidas serán de PVC con cédula SDR-41 y SDR-32.5, utilizando uniones cementadas.
- Al sistema de aguas negras no deberá descargarse aguas pluviales.
- La descarga final de las aguas residuales de la vivienda será hacia el sistema de tratamiento.
- El canal ubicado al contorno del techo sera de material PVC de 6", y los bajantes serán de PVC con diámetro de 80 mm (3").

## VII.BIBLIOGRAFÍA

1. Código de Instalaciones Hidráulicas del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA),
2. Código Internacional de Plomería, Edición 2015 (IPC).
3. Guías Técnicas para el diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas residuales.
4. Instalaciones sanitarias en edificaciones. Ing. Enrique Jimeno Blasco
5. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, Edición 2001. (INAA).
6. International Code Council, Edición 2015.
7. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. Ing. José Manuel Jiménez Terán.
8. Normas ASTM, ASME, ANSI, NSF para materiales y equipos.
9. NTON (Junio 2000). Normas Técnicas para el Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09 003-99). Managua.
10. Normativa Alcantarillado Sanitario Condominial, Guías de Criterios Técnicos para el Diseño de Sistemas. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
11. Reglamento de Drenaje Pluvial, para el área del municipio de Managua. Managua 1982.

# ANEXOS

Anexo A: Análisis hidráulico

1. Análisis hidráulico de la red de agua potable – Alternativa 02

Tramo		Long. Equivalente (m)																			
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)			
10-E	10.D	Llave de jardín	1	Reductor 3/4"-1/2"	1	0.24	0.24		3	3											
				Codo 3/4"*90	1	0.70	0.70														
				Tubo 3/4"	1	1.40	1.40														
			1				2.34	1.00		3	0.12	1.90	0.75	0.0191	150	0.01	0.42	0.03			
10.D	10.C	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3											
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	0.57	0.57		2	2											
					2			1.97	1.00		5	0.23	3.65	0.75	0.0191	150	0.04	0.81	0.09		
10.C	10.B	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3											
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	1.39	1.39		2	2											
		Inodoro de tanque	1						3	3											
			3			2.79	0.80		8	0.29	4.60	0.75	0.0191	150	0.07	1.02	0.19				
10.B	10.A	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3											
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	0.36	0.36		2	2											
		Inodoro de tanque	1		1				3	3											
		Lavamanos	1						1	1											
			4			1.76	0.68		9	0.32	5.07	0.75	0.0191	150	0.08	1.13	0.14				
10.A	10	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3											
		Ducha	1	Tubo 3/4"	1	0.94	0.94		2	2											
		Inodoro de tanque	1	Válv. Compuerta 3/4"	1	0.10	0.10		3	3											
		Lavamanos	1	Reductor 1"-3/4"	1	0.11	0.11		1	1											
		Calentador	1						3	3											
			5			2.55	0.62		12	0.38	6.02	0.75	0.0191	150	0.11	1.34	0.28				
<b>Sub Total del 10-E al 10</b>																			<b>0.73</b>		
10	9	Lavamanos	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		1	1											
		Inodoro de tanque	1	Tubo 1"	1	10.32	10.32		3	3											
		Ducha	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		2	2											
		Llave de jardín	1						3	3											
		Calentador	1						3	3											
			5			12.82	0.62		12	0.38	6.02	1.00	0.0254	150	0.03	0.75	0.35				
9	8	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	5.41	5.41		1	2											
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6											
		Ducha	2						2	4											
		Llave de jardín	2						3	6											
		Calentador	1					3	3												

Tramo		Long. Equivalente (m)																	
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)	
			9				7.11	0.51		21	0.56	8.88	1.00	0.0254	150	0.06	1.11	0.40	
8	ST1	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	6.36	6.36		1	2									
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6									
		Ducha	2						2	4									
		Llave de jardín	3						3	9									
		Calentador	1						3	3									
			10				8.06	0.50		24	0.61	9.67	1.00	0.0254	150	0.07	1.21	0.53	
<b>Sub Total del 10-E al ST1</b>																			<b>2.00</b>
7-B	7-A	Lavamanos	1	Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50		1	1									
				Tubo 1/2"	1	0.71	0.71												
				Reductor 3/4"-1/2"	1	0.24	0.24												
			1				1.45	1.00		1	0.12	1.90	0.50	0.0127	150	0.09	0.95	0.14	
7-A	7	Lavamanos	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tubo 3/4"	1	4.31	4.31		3	3									
				Válv. Compuerta 3/4"	1	0.10	0.10												
				Reductor 1"-3/4"	1	0.11	0.11												
			2				5.92	1.00		4	0.16	2.54	0.75	0.01905	150	0.02	0.56	0.13	
<b>Sub Total del 7-B al 7</b>																			<b>0.27</b>
7	6	Lavamanos	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tubo 1"	1	2.88	2.88		3	3									
			2				3.68	1.00		4	0.16	2.54	1.00	0.0254	150	0.01	0.32	0.02	
6	5	Lavamanos	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tubo 1"	1	1.72	1.72		3	3									
		Fregadero	1						3	3									
			3				3.42	0.80		7	0.28	4.44	1.00	0.0254	150	0.02	0.56	0.05	
5	4.1	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	3.76	3.76		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3									
		Llave de jardín	1	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	3									
		Fregadero	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		3	3									
			4				6.16	0.68		10	0.43	6.82	1.00	0.0254	150	0.03	0.85	0.21	
4.1	4	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	9.68	9.68		1	1									
		Inodoro de tanque	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	3									
		Llave de jardín	1						3	3									
		Fregadero	1						3	3									
			4				11.38	0.68		10	0.43	6.82	1.00	0.0254	150	0.03	0.85	0.39	
4	3	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	6.19	6.19		1	1									

Tramo		Long. Equivalente (m)																		
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)		
		Inodoro de tanque	1	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	3										
		Llave de jardín	1	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		3	3										
		Fregadero	1						3	3										
		Lavadero	2						3	6										
		Lavadora	1						3	3										
			7				7.19	0.56		19	0.52	8.24	1.00	0.0254	150	0.05	1.03	0.35		
<b>Sub Total del 7-B al 3</b>																			<b>1.29</b>	
3	3.1	Lavamanos	1	Tubo 1"	1	0.89	0.89		1	1										
		Inodoro de tanque	1	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	3										
		Llave de jardín	1							3	3									
		Fregadero	1							3	3									
		Lavadero	2							3	6									
		Lavadora	1							3	3									
			7				2.59	0.56		19	0.52	8.24	1.00	0.0254	150	0.05	1.03	0.13		
3.1	ST1	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	4.88	4.88		1	2										
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6										
		Ducha	1							2	2									
		Llave de jardín	1							3	3									
		Fregadero	1							3	3									
		Lavadero	2							3	6									
		Lavadora	1							3	3									
		Calentador	1							3	3									
			11				6.58	0.49		28	0.71	11.25	1.00	0.0254	150	0.09	1.41	0.57		
<b>Sub Total del ST1 al 7-B</b>																			<b>1.99</b>	
ST1	T1	Lavamanos	4	Tubo 1"	1	1.70	1.70		1	4										
		Inodoro de tanque	4	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		3	12										
		Ducha	3	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		2	6										
		Llave de jardín	4	Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50		3	12										
		Fregadero	1							3	3									
		Lavadora	1							3	3									
		Lavadero	2							3	6									
		Calentador	2							3	6									
			21				4.00	0.42		52	1.15	18.29	1.00	0.0254	150	0.21	2.28	0.85		
<b>Sub Total del TANQUE al 7-B</b>																			<b>2.84</b>	
<b>Sub Total del TANQUE al 10-E</b>																			<b>2.86</b>	

Tramo		Long. Equivalente (m)																	
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)	
<b>Sub Total del ST1 al 10-E</b>																			<b>2.00</b>
ST1	3.1	Lavamanos	2	Tubo 1"	1	4.88	4.88		1	2									
		Inodoro de tanque	2	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	6									
		Ducha	2						2	4									
		Llave de jardín	3						3	9									
		Calentador	1						3	3									
			10				6.58	0.50		24	0.61	9.67	1.00	0.0254	150	0.07	1.21	0.43	
3.1	3	Lavamanos	3	Tubo 1"	1	4.88	4.88		1	3									
		Inodoro de tanque	3	Codo 1"*90	1	0.80	0.80		3	9									
		Ducha	3						2	6									
		Llave de jardín	3						3	9									
		Calentador	2						3	6									
			14				5.68	0.45		33	0.81	12.76	1.00	0.0254	150	0.11	1.59	0.62	
<b>Sub Total del 10-E al 3</b>																		<b>3.06</b>	
3	4	Lavamanos	3	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		1	3									
		Inodoro de tanque	3	Tubo 1"	1	6.19	6.19		3	9									
		Ducha	3	Tee 1"	1	1.70	1.70		2	6									
		Llave de jardín	3						3	9									
		Calentador	2						3	6									
			14				8.09	0.45		33	0.81	12.76	1.00	0.0254	150	0.11	1.59	0.89	
4	4.1	Lavamanos	3	Tubo 1"	1	9.68	9.68		1	3									
		Inodoro de tanque	3	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	9									
		Ducha	3						2	6									
		Llave de jardín	3						3	9									
		Calentador	2						3	6									
		Lavadora	1						3	3									
		Lavadero	2						3	6									
			17				11.38	0.44		42	0.95	15.06	1.00	0.0254	150	0.15	1.88	1.69	
4.1	2	Lavamanos	4	Tubo 1"	1	0.81	0.81		1	4									
		Inodoro de tanque	4	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		3	12									
		Ducha	3	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		2	6									
		Llave de jardín	4	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	12									
		Calentador	2						3	6									
		Fregadero	1						3	3									
		Lavadora	1						3	3									
		Lavadero	2						3	6									

Tramo		Long. Equivalente (m)																
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)
			21				4.31	0.42		52	1.15	18.29	1.00	0.0254	150	0.21	2.28	0.92
2	1	Lavamanos	4	Tubo 1"	1	0.81	0.81		1	4								
		Inodoro de tanque	4	Tee 1"	1	1.70	1.70		3	12								
		Ducha	3						2	6								
		Llave de jardín	4						3	12								
		Calentador	2						3	6								
		Fregadero	1						3	3								
		Lavadora	1						3	3								
		Lavadero	2						3	6								
					21				2.51	0.42		52	1.15	18.29	1.00	0.0254	150	0.21
1	Med	Lavamanos	4	Tee 1"	1	1.70	1.70		1	4								
		Inodoro de tanque	4	Tubo 1"	1	3.82	3.82		3	12								
		Ducha	3	Válv. Compuerta 1"	1	0.20	0.20		2	6								
		Llave de jardín	5	Válv. Check 1"	1	1.60	1.60		3	15								
		Calentador	2						3	6								
		Fregadero	1						3	3								
		Lavadora	1						3	3								
		Lavadero	2						3	6								
					22				7.32	0.42		55	1.19	18.86	1.00	0.0254	150	0.23
<b>Sub Total del 3 al MEDIDOR</b>																		<b>3.10</b>
<b>DESDE EL MEDIDOR AL 10-E</b>																		<b>6.16</b>
<b>DESDE EL MEDIDOR AL 7B</b>																		<b>4.40</b>

Tramo		Long. Equivalente (m)																	
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)	
9-D	9-C	Llave de jardín	1	Reductor 3/4"-1/2"	1	0.24	0.24		3	3									
				Codo 3/4"*90	1	0.70	0.70												
				Tubo 3/4"	1	3.58	3.58												
			1				4.52	1.00		3	0.12	0.12	0.75	0.0191	150	0.01	0.42	0.06	
9-C	9-B	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3									
		Lavamanos	1	Tubo 3/4"	1	0.60	0.60		1	1									
			2				2.00	1.00		4	0.16	0.16	0.75	0.0191	150	0.02	0.56	0.04	
9-B	9-A	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3									
		Lavamanos	1	Tubo 3/4"	1	1.20	1.20		1	1									
			2				2.60	1.00		4	0.16	0.16	0.75	0.0191	150	0.02	0.56	0.06	
9-A	9	Llave de jardín	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3									
		Lavamanos	1	Tubo 3/4"	1	1.28	1.28		1	1									
				Válv. Compuerta 3/4"	1	0.10	0.10												
				Reductor 1"-3/4"	1	0.11	0.11												
			2				2.89	1.00		4	0.16	0.16	0.75	0.0191	150	0.02	0.56	0.06	
																		<b>0.23</b>	
8	8A	Llave de jardín	1	Reductor 1"-1/2"	1	0.18	0.18		3	3									
				Válv. Compuerta 1/2"	1	0.10	0.10												
				Tubo 1/2"	1	1.31	1.31												
			1				1.59	1.00		3	0.12	0.12	0.50	0.0127	150	0.09	0.95	0.15	
6	6A	Fregadero	1	Reductor 1"-1/2"	1	0.18	0.18		3	3									
				Válv. Compuerta 1/2"	1	0.10	0.10												
				Tubo 1/2"	1	1.61	1.61												
			1				1.89	1.00		3	0.12	0.12	0.50	0.0127	150	0.09	0.95	0.18	
5	5A	Llave de jardín	1	Reductor 1"-1/2"	1	0.18	0.18		3	3									
				Válv. Compuerta 1/2"	1	0.10	0.10												
				Tubo 1/2"	1	2.37	2.37												

Tramo		Long. Equivalente (m)																
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	C	Sf (m/m)	V (m/s)	Hf (m)
			1				2.65	1.00		3	0.12	0.12	0.50	0.0127	150	0.09	0.95	0.25
4-C	4-B	Lavadero	1	Reductor 3/4"-1/2"	1	0.24	0.24		3	3								
				Codo 3/4"*90	1	0.70	0.70											
				Tubo 3/4"	1	0.62	0.62											
			1				1.56	1.00		3	0.12	0.12	0.75	0.0191	150	0.01	0.42	0.02
4-B	4-A	Lavadero	2	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	6								
				Tubo 3/4"	1	1.31	1.31											
			2				2.71	1.00		6	0.25	0.25	0.75	0.0191	150	0.05	0.88	0.14
4-A	4	Lavadero	2	Reductor 3/4"-1/2"	1	0.24	0.24		3	6								
		Lavadora	1	Tee 3/4"	1	1.40	1.40		3	3								
				Tubo 3/4"	1	3.28	3.28											
				Válv. Compuerta 3/4"	1	0.10	0.10											
				Reductor 1"-3/4"	1	0.11	0.11											
			3				5.13	0.80		9	0.32	0.32	0.75	0.0191	150	0.08	1.13	0.41
																		<b>0.57</b>
1	1A	Llave de jardín	1	Reductor 1"-1/2"	1	0.18	0.18		3	3								
				Tubo 1/2"	1	1.96	1.96											
			1				2.14	1.00		3	0.12	0.12	0.50	0.0127	150	0.09	0.95	0.20

## 2. Análisis hidráulico de la red de agua caliente

Tramo		Long. Equivalente (m)						FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (m³/s)	D (pulg)	D (m)	V (m/s)	Re	f	k	Hf (m)	
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total													
5-A	4-A	Lavamanos	1	Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50		1	1										
				Tubería 1/2"	1	1.86	1.86													
			1					2.36	1.00		1	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	18147670.209	0.26
4-A	1.1	Lavamanos	1	Tee 1/2"	1	1.00	1.00		1	1										
		Ducha	1	Tubo 1/2"	1	1.14	1.14		2	2										
				Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50													
	2					2.64	1.00		3	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	20300783.62	0.29		
1.1	1	Lavamanos	1	Válv. Compuerta 1/2"	1	0.10	0.10		1	1										
		Ducha	1	Tubo 1/2"	1	10.48	10.48		2	2										
				Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50													
	2					11.08	1.00		3	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	85201773.69	1.23		
1	1-A	Lavamanos	1	Tubo 1/2"	1	0.79	0.79		1	1										
		Ducha	1	Tee 1/2"	1	1.00	1.00		2	2										
		Calentador	1		1															
	3					1.79	0.80		3	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	13764546.47	0.20		
																			1.98	
3-A	2-A	Ducha	1	Codo 1/2"*90	1	0.50	0.50		2	2										
				Tubo 1/2"	1	1.94	1.94													
			1					2.44	1.00		2	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	18762845.47	0.27
2-A	1-A	Ducha	1	Tee 1/2"	1	1.00	1.00		2	2										
		Lavamanos	1	Tubo 1/2"	1	0.43	0.43		1	1										
		Calentador	1							3	3									
	3					1.43	0.80		6	0.25	0.000250	0.50	0.0127	1.9735	21947.21	0.02553	9130643.89	0.57		
																			2.82	

Tramo		Long. Equivalente (m)						FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	V (m/s)	Re	f	k	Hf (m)	
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total													
4-B	1.2	Lavadora	1	Tubo 1/2"	1	3.0	3.0		3	3										
				Codo 1/2"*90	1	0.5	0.5													
			1					3.5	1.0		3	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	26837020.77	0.39
1.2	1.1	Lavadora	1	Tubo 1/2"	1	5.3	5.3		3	3										
				Codo 1/2"*90	1	0.5	0.5													
			1					5.8	1.0		3	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	44446412.63	0.64

Tramo		Long. Equivalente (m)																			
De	A	Artefacto	No. De unidad	Accesorios	No. De accesorios	L	Total	FS	UG	UGT	Qd (lps)	Qd agua fría (gpm)	D (pulg)	D (m)	V (m/s)	Re	f	k	Hf (m)		
1.1	1-B	Lavadora	1	Tubo 1/2"	1	0.9	0.9		3	3											
		Calentador	1	Tee 1/2"	1	1.0	1.0														
			2				1.9	1.0		3	3	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	14379721.73	0.21	
																				1.23	
3-B	2-B	Ducha	1	Codo 1/2"*90	1	0.5	0.5		2	2											
				Tubo 1/2"	1	1.9	1.9														
			1				2.4	1.0		2	2	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	18685948.56	0.27	
2-B	1-B	Ducha	1	Tee 1/2"	1	1.0	1.0		2	2											
		Lavamanos	1	Tubo 1/2"	1	0.4	0.4		1	1											
		Calentador	1						3	3											
			3				1.4	0.8		6	6	0.12	0.000120	0.50	0.0127	0.9472	10534.66	0.03075	10996257.80	0.16	
																				1.66	

### 3. Análisis hidráulico de la red sanitaria

Tramo		Artefacto	No. U	L	D	D	UD/acc	UD T	Qmáx. Prob.	Qtotal	St	VII	AII	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la tubería		Profundidad	
De	A			(m)	(pulg)	(m)			(l/s)	(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)				(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
9A	8A	Inodoro de tanque	1				5	5														104.00			
			1	0.78	4	0.10		5	0.38	2.33	1.0	8.640	0.008	70.054	0.033	0.126	0.366	0.086	0.012	3.1625	0.0087	103.60	103.59	0.40	0.41
8A	7A	Inodoro de tanque	1				5	5																	
		Drenaje de piso	1				3	3																	
			2	0.37	4	0.10		8	0.49	3.73	1.0	8.640	0.008	70.054	0.053	0.168	0.426	0.116	0.017	3.6810	0.0118	103.59	103.59	0.41	0.41
7A	6A	Inodoro de tanque	1				5	5																	
		Drenaje de piso	1				3	3																	
		Lavamanos	1				2	2																	
			3	1.11	4	0.10		10	0.57	4.66	1.0	8.640	0.008	70.054	0.066	0.185	0.450	0.128	0.018	3.8884	0.0130	103.59	103.58	0.41	0.42
6A	5A	Inodoro de tanque	1				5	5																	
		Drenaje de piso	1				3	3																	
		Lavamanos	1				2	2																	
		Ducha	1				4	4																	
			4	4.63	4	0.10		14	0.7	6.52	1.0	8.640	0.008	70.054	0.093	0.228	0.515	0.161	0.023	4.4500	0.0164	103.58	103.53	0.42	0.47

Tramo		Artefacto	No. U	L	D	D	UD/acc	UD T	Qmáx. Prob. (l/s)	Qtotal (l/s)	St %	VII (m/s)	AII (m²)	QII (l/s)	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn (m)	V (m/s)	d (m)	Niveles de la tubería (m)		Profundidad (m)		
De	A			(m)	(pulg)	(m)																(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
5A	4A	Inodoro de tanque	1				5	5																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavamanos	1				2	2																		
		Ducha	1				4	4																		
			4	5.56	4	0.10		14	14	0.7	6.52	1.0	8.640	0.008	70.054	0.093	0.228	0.515	0.161	0.023	4.4500	0.0164	103.53	103.48	0.47	0.52
4A	3A	Inodoro de tanque	2				5	10																		
		Drenaje de piso	2				3	6																		
		Lavamanos	2				2	4																		
		Ducha	2				4	8																		
			8	6.59	4	0.10		28	28	1.19	13.05	1.0	8.640	0.008	70.054	0.186	0.325	0.626	0.236	0.033	5.4092	0.0240	103.48	103.41	0.52	0.59
3A	2A	Inodoro de tanque	2				5	10																		
		Drenaje de piso	2				3	6																		
		Lavamanos	2				2	4																		
		Ducha	3				4	12																		
			9	1.15	4	0.1		32	32	1.31	14.9	1.0	8.640	0.008	70.054	0.212	0.352	0.655	0.258	0.035	5.659	0.026	103.4	103.4	0.59	0.60
2A	1A	Inodoro de tanque	3				5	15																		
		Drenaje de piso	2				3	6																		
		Lavamanos	2				2	4																		
		Ducha	3				4	12																		
			10	0.35	4	0.1		37	37	1.42	17.2	1.0	8.640	0.008	70.054	0.246	0.377	0.681	0.280	0.038	5.884	0.028	103.4	103.3	0.60	0.61
1A	CR -1	Inodoro de tanque	3				5	15																		
		Drenaje de piso	3				3	9																		
		Lavamanos	3				2	6																		
		Ducha	3				4	12																		
			12	0.66	4	0.1		42	42	1.58	19.5	1.0	8.640	0.008	70.054	0.279	0.401	0.707	0.300	0.040	6.109	0.030	103.3	103.3	0.61	0.61
CR -1	CR -2	Inodoro de tanque	3				5	15																		
		Drenaje de piso	3				3	9																		
		Lavamanos	3				2	6																		

Tramo		Artefacto	No. U	L	D	D	UD/acc	UD T	Qmáx. Prob.	Qttotal	St	VII	AII	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la tubería		Profundidad	
De	A			(m)	(pulg)	(m)			(l/s)	(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)								(m)	(m/s)	(m)	(m)
		Ducha	3				4	12																	
			12	14.2 4	4	0.1		42	1.58	19.5	1.0	8.640	0.008	70.054	0.279	0.401	0.707	0.300	0.040	6.109	0.030	103.3	103.2	0.61	0.75

Tramo		Artefacto	No. U	L	D	D	UD/acc	UD T	Qmáx. Prob.	Qttotal	St	VII	AII	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la tubería		Profundidad		
De	A			(m)	(pulg)	(m)			(l/s)	(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)								(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)
6B	5B	Drenaje de piso	1				3	3														104.0				
			1	1.0	2	0.05		3	3	0.2	1.40	2.0	7.698	0.002	15.602	0.089	0.215	0.495	0.151	0.010	3.810	0.007	103.6	103.5	0.40	0.42
5B	4B	Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavamanos	1				2	2																		
			2	0.28	4	0.10		5	0.38	2.33	1.0	8.640	0.008	70.054	0.033	0.126	0.366	0.086	0.012	3.162	0.008	103.5	103.5	0.42	0.42	
4B	3B	Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavamanos	1				2	2																		
		Inodoro de tanque	1				5	5																		
			3	3.89	4	0.10		10	0.57	4.66	1.0	8.640	0.008	70.054	0.066	0.185	0.450	0.128	0.018	3.888	0.013	103.5	103.5	0.42	0.46	
3B	2B	Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavamanos	1				2	2																		
		Inodoro de tanque	1				5	5																		
			3	2.19	4	0.10		10	0.57	4.66	1.0	8.640	0.008	70.054	0.066	0.185	0.450	0.128	0.018	3.888	0.013	103.5	103.5	0.46	0.48	
2B	1B	Drenaje de piso	2				3	6																		
		Lavamanos	1				2	2																		
		Inodoro de tanque	1				5	5																		
		Fregadero	1				4	4																103.8		
			5	2.95	4	0.1		17	0.80	7.92	1.0	8.640	0.008	70.054	0.113	0.253	0.553	0.179	0.025	4.778	0.018	103.5	103.4	0.48	0.51	
1B	CR-2	Drenaje de piso	3				3	9																		
		Lavamanos	1				2	2																		
		Inodoro de tanque	1				5	5																		
		Fregadero	1				4	4																		
		Lavadora	1				2	2																		

Tramo		Artefacto	No. U	L	D	D	UD/acc	UD T	Qmáx. Prob.	Qttotal	St	VII	All	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la tubería		Profundidad		
De	A			(m)	(pulg)	(m)			(l/s)	(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)								(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)
		Lavadero	2				4	8																		
			9	1.00	4	0.1		30	1.26	13.98	1.0	8.640	0.008	70.054	0.199	0.334	0.636	0.244	0.033	5.495	0.024	103.4	103.4	0.51	0.52	
CR-2	PTAR	Drenaje de piso	3				3	9																		
		Lavamanos	1				2	2																		
		Inodoro de tanque	1				5	5																		
		Fregadero	1				4	4																		
		Lavadora	1				2	2																		
		Lavadero	2				4	8																		
			9	1.00	4	0.1		30	1.26	13.98	1.0	8.640	0.008	70.054	0.199	0.334	0.636	0.244	0.033	5.495	0.024	103.2	103.2	0.75	0.76	

Tramo		Artefacto	No. U	L	D	D	UD/acc.	UD T	Qmáx. Prob.	Qttotal	St	VII	All	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la tubería		Profundidad	
De	A			(m)	(pulg)	(m)			(l/s)	(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)								(m)	(m/s)	(m)	(m)
8A-1	8A	Drenaje de piso	1				3	3														104.00			
			1	1.05	2	0.05		3	0.2	1.40	2.0	7.698	0.002	15.602	0.089	0.215	0.495	0.151	0.010	3.810	0.007	103.61	103.59	0.39	0.41
7A-1	7A	Lavamanos	1				2	2														104.00			
			1	2.04	2	0.05		2	0.15	0.93	2.0	7.698	0.002	15.602	0.059	0.168	0.426	0.116	0.008	3.279	0.005	103.63	103.59	0.37	0.41
6A-1	6A	Ducha	1				4	4														104.00			
			1	1.93	2	0.05		4	0.26	1.86	2.0	7.698	0.002	15.602	0.119	0.253	0.553	0.179	0.012	4.257	0.009	103.63	103.59	0.38	0.41
4A-4	4A-3	Ducha	1				4	4														104.00			
			1	1	2	0.05		4	0.26	1.86	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.1195	0.2530	0.5530	0.1790	0.0129	4.2571	0.0091	103.56	103.54	0.44	0.46
4A-3	4A-2	Ducha	1				4	4																	
		Inodoro de tanque	1				5	5																	
			2	0.94	4	0.10		9	0.53	4.19	1.00	8.6408	0.0081	70.0542	0.0599	0.1680	0.4260	0.1160	0.0171	3.6810	0.0118	103.54	103.53	0.46	0.47
4A-2.1	4A-2	Drenaje de piso	1				3	3																	
			1	0.59	2	0.05		3	0.2	1.40	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.0896	0.2150	0.4950	0.1510	0.0109	3.8106	0.0077	103.53	103.52	0.47	0.48
4A-2	4A-1	Ducha	1				4	4																	
		Inodoro de tanque	1				5	5																	

Tramo		Artefacto	No. U	L	D	D	UD/acc.	UD T	Qmáx. Prob.	Qttotal	St	VII	All	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la tubería		Profundidad		
De	A			(m)	(pulg)	(m)			(l/s)	(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)								(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)
		Drenaje de piso	1				3	3																		
			3	0.4	4	0.10		12	0.63	5.59	1.00	8.6408	0.0081	70.0542	0.0798	0.2000	0.4730	0.1400	0.0203	4.0871	0.0142	103.52	103.51	0.48	0.49	
4A-1.1	4A-1	Lavamanos	1				2	2																		
			1	0.55	2	0.05		2	0.15	0.93	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.0597	0.1680	0.4260	0.1160	0.0085	3.2794	0.0059	103.51	103.50	0.49	0.50	
4A-1	4A	Ducha	1				4	4																		
		Inodoro de tanque	1				5	5																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavamanos	1				2	2																		
			4	2.68	4	0.10		14	0.7	6.52	1.00	8.6408	0.0081	70.0542	0.0931	0.2280	0.5150	0.1610	0.0232	4.4500	0.0164	103.50	103.48	0.50	0.52	
3A-1	3A	Ducha	1				4	4														104.00				
			1	1.57	2	0.05		4	0.26	1.86	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.1195	0.2530	0.5530	0.1790	0.0129	4.2571	0.0091	103.44	103.41	0.56	0.59	
2A-1	2A	Inodoro de tanque	1				5	5														104.00				
			1	1.57	4	0.10		5	0.38	2.33	1.00	8.6408	0.0081	70.0542	0.0333	0.1260	0.3660	0.0860	0.0128	3.1625	0.0087	103.42	103.40	0.58	0.60	
1A-1.3	1A-1	Lavamanos	1				2	2														104.00				
			1	0.56	2	0.05		2	0.15	0.93	2.0	7.698	0.002	15.602	0.059	0.168	0.426	0.116	0.008	3.279	0.005	103.43	103.42	0.57	0.58	
1A-1.2	1A-1	Drenaje de piso	1				3	3																		
			1	0.66	2	0.05		3	0.2	1.40	2.0	7.698	0.002	15.602	0.089	0.215	0.495	0.151	0.010	3.810	0.007	103.4	103.4	0.58	0.59	
1A-1	1A	Lavamanos	1				2	2																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
			2	0.45	2	0.0		5	0.38	2.33	2.0	7.698	0.002	15.602	0.149	0.286	0.586	0.205	0.014	4.511	0.010	103.4	103.4	0.59	0.60	

Tramo		Artefacto	No.U	L	D	D	UD/acc.	UD T	Qmáx. Prob.	Qttotal	St	VII	All	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la tubería		Profundidad	
De	A			(m)	(pulg)	(m)			(l/s)	(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)								(m)	(m/s)	(m)	(m)
6B-1	6B	Drenaje de piso	1				3	3														104.00			
			1	0.31	2	0.05		3	0.2	1.40	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.0896	0.2150	0.4950	0.151	0.0109	3.8106	0.0077	103.61	103.60	0.39	0.40

Tramo		Artefacto	No.U	L	D	D	UD/acc.	UD T	Qmáx.	Qttotal	St	VII	AII	QII	Q/QII	Y/D	V/VII	d/D	Yn	V	d	Niveles de la tubería		Profundidad		
De	A			(m)	(pulg)	(m)			(l/s)													(l/s)	%	(m/s)	(m²)	(l/s)
5B-1	5B	Lavamanos	1				2	2														104.00				
			1	0.59	2	0.05		2	2	0.15	0.93	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.0597	0.1680	0.4260	0.116	0.0085	3.2794	0.0059	103.59	103.58	0.41	0.42
2B-1.2	2B-1	Fregadero	1				4	4														104.00				
			1	0.70	2	0.05		4	4	0.26	1.86	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.1195	0.2530	0.5530	0.179	0.0129	4.2571	0.0091	103.58	103.57	0.42	0.43
2B-1.1	2B-1	Drenaje de piso	1				3	3																		
			1	1.41	2	0.05		3	3	0.2	1.398	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.0896	0.2150	0.4950	0.151	0.0109	3.8106	0.0077	103.57	103.54	0.43	0.46
2B-1	2B	Fregadero	1				4	4																		
		Drenaje de piso	1																							
			2	0.7	2	0.05		4	4	0.26	1.86	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.1195	0.2530	0.5530	0.179	0.0129	4.2571	0.0091	103.54	103.52	0.46	0.48
1B-3.2	1B-3	Lavadora	1				2	2														104.00				
			1	1.59	2	0.05		2	2	0.15	0.93	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.0597	0.1680	0.4260	0.116	0.0085	3.2794	0.0059	103.67	103.64	0.33	0.36
1B-3.1	1B-3	Drenaje de piso	1				3	3																		
			1	0.82	2	0.05		3	3	0.2	1.40	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.0896	0.2150	0.4950	0.151	0.0109	3.8106	0.0077	103.64	103.62	0.36	0.38
1B-3	1B-2	Lavadora	1				2	2																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
			2	0.47	4	0.10		5	5	0.38	2.33	1.00	8.6408	0.0081	70.0542	0.0333	0.1260	0.3660	0.086	0.0128	3.1625	0.0087	103.62	103.62	0.38	0.38
1B-2.1	1B-2	Lavadero	1				4	4																		
			1	1.14	2	0.05		4	4	0.26	1.86	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.1195	0.2530	0.5530	0.179	0.0129	4.2571	0.0091	103.62	103.59	0.38	0.41
1B-2	1B-1	Lavadora	1				2	2																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavadero	1				4	4																		
			3	0.61	4	0.10		9	9	0.53	4.19	1.00	8.6408	0.0081	70.0542	0.0599	0.1680	0.4260	0.116	0.0171	3.6810	0.0118	103.59	103.59	0.41	0.41
1B-1.1	1B-1	Lavadero	1				4	4																		
			1	1.14	2	0.05		4	4	0.26	1.86	2.00	7.6981	0.0020	15.6028	0.1195	0.2530	0.5530	0.179	0.0129	4.2571	0.0091	103.59	103.57	0.41	0.43
1B-1	1B	Lavadora	1				2	2																		
		Drenaje de piso	1				3	3																		
		Lavadero	2				4	8																		
			4	7.05	4	0.10		13	13	0.63	6.06	1.00	8.6408	0.0081	70.0542	0.0865	0.2150	0.4950	0.1510	0.0218	4.2772	0.0153	103.57	103.49	0.43	0.51

## Anexo B: Especificaciones técnicas

### 1. Especificaciones técnicas del equipo de bombeo

# STA-RITE® PRO-Storm™ DS3 Series

Self-priming centrifugal



The Pro-Storm™ Series\* of cast iron sprinklers offers superior unmatched performance, available in 1 HP through 2-1/2 HP models.

The Pro-Storm models offer "single-body-Fill" priming to 25-foot lifts, in less than 5 minutes!

The Pro-Storm models exceed the strict safety requirements of Underwriters Laboratories UL778, and CSA. Required by many state and local codes.

The Pro-Storm models are completely interchangeable with the original

Sta-Rite® DS3 Series models, saving costly plumbing "change-out" dollars and installation headaches!

\*Single- and three-phase available

#### APPLICATIONS

Residential irrigation pump...can be safely operated by timer or other automatic device

Contractors...for dewatering excavation, water transfer and supply

Agriculture...seed bed and plot irrigation, stock watering

Industrial...sump drainage, marine pumping, liquid transfer and supply operations

#### SPECIFICATIONS

**Body and Seal Plate:** Close-grained cast iron

**Impeller:** Noryl®

**Diffuser:** Reinforced polypropylene

**Shaft:** One-piece threaded 300 grade stainless steel

**Base:** Steel, 10 gauge

**Motor:** 2-compartment

#### FEATURES

**Rugged Construction:** Close-grained cast iron body, specially treated for corrosion resistance.

**Noryl Impeller:** Precision-molded for perfect balance...ultra-smooth for highest performance and efficiency.

**Precision-Molded Diffuser:** Pump primes faster; handles more air, with multi-port, precision-molded, reinforced polypropylene diffuser.

**High Head Models:** Deliver up to 145' of head with capacities to 95 GPM.

**Easy Serviceability:** Normal wearing parts are easily accessible for service and replacement, without disturbing piping or mounting.

**Motor Windings:** Superior insulation materials protect against excessive moisture and contaminants...ensures prolonged motor life.

**Balanced Rotor:** Diecast under high pressures for uniform performance and greater efficiency, dynamically balanced.

**Drain Port:** Provided for easy winterizing.

#### ORDERING INFORMATION

Catalog Number	HP	Voltage	Phase	High Head		Approx. Wt. Lbs.
				Pipe Tapping Sizes		
				Suction	Discharge	
DS3HE	1	115/230	1	2"	1-1/2"	52
DS3HE3	1	208-230/660	3	2"	1-1/2"	52
DS3HF	1-1/2	115/230	1	2"	1-1/2"	58
DS3HF3	1-1/2	208-230/660	3	2"	1-1/2"	58
DS3HB	2	115/230	1	2"	2"	83
DS3HG3	2	208-230/660	3	2"	2"	83
DS3HHG	2-1/2	115/230	1	2"	2"	85
DS3HHG3	2-1/2	208-230/660	3	2"	2"	85

NOTE: All single-phase motors shipped from the factory set at 230 volt.



Pentair trademarks and logos are owned by Pentair plc or its affiliates. All other third party registered and unregistered trademarks and logos are the property of their respective owners.

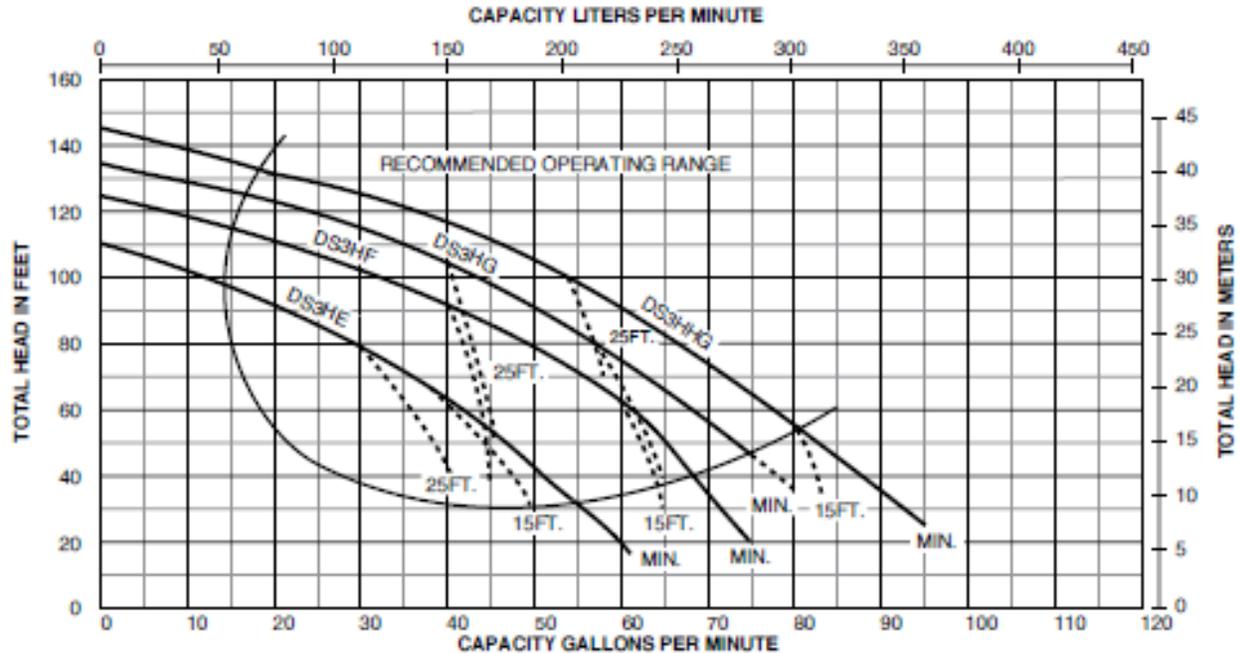
55563WS

## 1.1. Curva característica del equipo de bombeo

# STA-RITE® PRO-Storm™ DS3 Series

Self-priming centrifugal

### PUMP PERFORMANCE



NOTE: Dotted lines indicate performance reduction at high suction lift.

### PUMP PERFORMANCE (Capacity in gallons per minute)

Catalog Number	HP	Discharge Pressure		Suction Lift in Feet				
		PSI	Feet Head	5'	10'	15'	20'	25'
DS3HE	1	20	46.2	48	45	40	37	33
		30	69.3	33	30	26	22	16
		40	92.4	15	10	—	—	—
DS3HF	1-1/2	20	46.2	64	62	60	57	54
		30	69.3	53	50	46	42	37
		40	92.4	36	30	25	19	—
DS3HG	2	20	46.2	72	70	67	65	62
		30	69.3	60	58	54	51	47
		40	92.4	45	42	37	30	27
		50	115.5	23	16	—	—	—
DS3HHG	2-1/2	20	46.2	83	80	77	74	71
		30	69.3	70	67	63	60	55
		40	92.4	56	52	48	40	35
		50	115.5	36	28	20	—	—

Tested and rated in accordance with Water Systems Council Standards.

NOTE: Pumps installed with a Pro-Source® tank require a 100 PSI relief valve. Pumps installed with a conventional tank require a 75 PSI relief valve. Relief valve must be capable of relieving entire flow of pump at relief pressure.

## 2. Especificaciones técnicas del Sistema Hidroneumático



### steel pressurized water system tanks



- Use wherever pressurized tanks are needed in water systems applications.

#### SPECIFICATIONS

- Shell** – Heavy gauge steel
- Base** – High-Impact composite; ABS
- Finish** – Electrostatically applied, baked-on polyester paint
- Water Cell** – One piece seamless PVC, made from FDA listed material
- Flange** – Reinforced polypropylene
- Service Connection** – Reinforced polypropylene integral to flange
- Air Valve** – Rubber stem/brass body Schrader valve assembly
- UV Valve Cover** – High density polyethylene

UL Classified to ANSI/NSF Standard 61, Drinking Water System Components – Health Effects



PRD-Source™ is a trademark of WICOR Industries.

In order to provide the best products possible, specifications are subject to change.

#### ORDERING INFORMATION

Catalog Number	Maximum Capacity gal/liter	Diameter <sup>1</sup> Inch/cm	Height <sup>1</sup> Inch/cm	Length Inch/cm	Precharge PSI/kPa	Connection Size Female	Drawdowns in Gallons/Liter			Weight lbs/kg
							20-40	30-50	40-60	
<b>VERTICAL MODELS</b>										
PS15-S02	6.0 / 22.7	12 / 30.5	16.1 / 40.9	–	40 / 276	3/4" NPT	2.2 / 8.3	1.8 / 6.8	1.6 / 6.0	18 / 8.2
PS30-T01	14 / 53	16 / 40.6	23 / 58.4	–	40 / 276	1" NPT	4.8 / 18.2	4.1 / 15.5	3.6 / 13.6	37 / 16.8
PS42S-T02	19 / 72	20 / 51	21 / 53.3	–	40 / 276	1" NPT	6.9 / 26.1	5.8 / 21.9	5.0 / 18.9	45 / 20.4
PS42T-T02	19 / 72	16 / 40.6	27.5 / 70	–	40 / 276	1" NPT	6.9 / 26.1	5.8 / 21.9	5.0 / 18.9	40 / 18.1
PS75T-T03	32 / 121	16 / 40.6	43 / 109	–	40 / 276	1" NPT	11.6 / 43.9	9.8 / 37.1	8.5 / 32.2	56 / 25.4
PS82T-T05	35 / 133	20 / 51	33 / 84	–	40 / 276	1" NPT	12.7 / 48.1	10.7 / 40.5	9.3 / 35.2	66 / 29.9
PS120-T50	50 / 189	24 / 61	32.5 / 83	–	40 / 276	1-1/4" NPT	18.3 / 69.3	15.5 / 58.7	13.4 / 50.7	84 / 38.1
PS200-T51	62 / 235	24 / 61	39.5 / 100	–	40 / 276	1-1/4" NPT	21.4 / 81.0	18.3 / 69.3	16.0 / 60.6	112 / 50.8
PS220-T52	85 / 322	24 / 61	51 / 130	–	40 / 276	1-1/4" NPT	30 / 113.6	26 / 98.4	22 / 83.3	124 / 56.2
PS320-T850	119 / 450	24 / 61	68 / 173	–	40 / 276	1-1/4" NPT	41.3 / 156.3	35.4 / 134.0	31.0 / 117.3	140 / 63.5
<b>HORIZONTAL MODELS</b>										
PS15H-S05	6.0 / 22.7	12 / 30.5	13.8 / 35.0	16 / 40.6	40 / 276	3/4" NPT	2.2 / 8.3	1.8 / 6.8	1.6 / 6.0	22 / 10
PS42H-S00	19 / 72	16 / 40.6	17.5 / 44.5	28 / 71.1	40 / 276	1" NPT	6.9 / 26.1	5.8 / 21.9	5.0 / 18.9	40 / 18

<sup>1</sup>Subject to change without notice.

Maximum Operating Pressure – 100 PSI

Maximum Liquid Temperature: 120°F (49°C)

Maximum External (Ambient) Temperature: 125°F (52°C)

### 3. Especificaciones técnicas de la cisterna plástica

## Cisterna Garantía de por vida

### Especificaciones técnicas

- Material fabricado con PEAD (polietileno lineal de alta densidad) de color azul por fuera y blanco por dentro.
- Capacidades desde 1 200 L hasta 10 000 L.

### Capacidades

Cisternas Garantía de por vida

Capacidad (L)	Diámetro (m)	Altura con tapa (m)	Diámetro con tapa (m)	Abastecimiento (personas)
1 200*	1.40	0.93	0.45	5
2 800	1.86	1.18	0.60	10
5 000	2.38	1.33	0.60	15
10 000	2.58	2.43	0.60	33

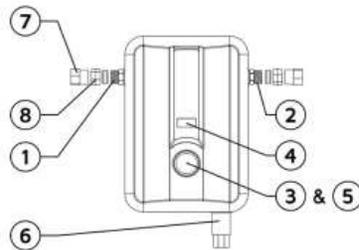
\*1200 L incluye: Válvula de Llenado de 3/4" (19.05 mm) con reducción a 1/2" (12.7 mm), Flotador No. 7 y Bomba Centrífuga 1/2 HP.

Nota: considera en la altura de la Cisterna una tolerancia de + 5 cm.



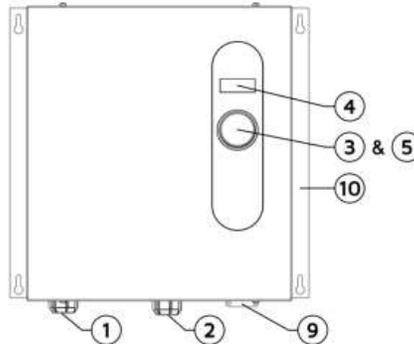
### 4. Especificaciones técnicas del calentador de agua

ECO 8 – ECO 11



- Salida de agua caliente
- Entrada de agua fría
- Conversión Celsius/Fahrenheit (Presione y mantenga 3 segundos)
- Pantalla de punto de ajuste de temperatura

ECO 18 – ECO 24 – ECO 27 – ECO 36



- Perilla de ajuste y control de temperatura
- Conexión de cable
- Tuerca de compresión de latón
- Casquillo de compresión de latón
- Alivio de tensión eléctrica
- Ménsula de montaje (1")

Modelo número	Altura	Ancho	Profundidad	Distancia de centro de caño
ECO 8	11 1/4 pulgadas	8 pulgadas	3 3/4 pulgadas	-
ECO 11	11 1/4 pulgadas	8 pulgadas	3 3/4 pulgadas	-
ECO 18	17 pulgadas	14 pulgadas	3 3/4 pulgadas	5 7/8 pulgadas
ECO 24	17 pulgadas	17 pulgadas	3 3/4 pulgadas	5 7/8 pulgadas
ECO 27	17 pulgadas	17 pulgadas	3 3/4 pulgadas	5 7/8 pulgadas
ECO 36	17 pulgadas	21 pulgadas	3 3/4 pulgadas	9 13/16 pulgadas



#### DESCRIPTION

#### CARACTERÍSTICAS

- Tipo: Calentador de Agua Eléctrico sin Tanque
- Aplicaciones: Residencial, Proyectos de Construcción, Institucionales
- Usos: Calentamiento de agua
- Especificaciones técnicas:
  - kW 11/13
- Voltaje: 220/240
- Cable Necesario: 6 AWG
- Conexiones de Agua: 1/2" » CF
- Dimensión: 29.2 H X 20-3 A X 9.5CM
- Peso: 6.5 lb
- Protección: Auto reinicio Térmico
- Eficiencia Energética: 99.8%
- Capacidad: 2 duchas»

## 5. Especificaciones técnicas del sistema de tratamiento de aguas residuales.

### Fosa Séptica

La fosa Séptica Ecotank® brinda un pre-tratamiento a las aguas residuales ordinarias. Están especialmente diseñadas para un uso subterráneo.

CÓDIGO	PRODUCTO/MODELO	DIÁMETRO	ALTURA
03-000750	FOSA SEPTICA ECOTANK 750 LTS	1.06 m	1.05 m
03-001100	FOSA SEPTICA ECOTANK 1100 LTS	1.20 m	1.32 m
03-002000	FOSA SEPTICA ECOTANK 1900 LTS	1.52 m	1.43 m
03-001950	FOSA SEPTICA ECOTANK 1950 LTS	1.23 m	1.64 m
03-002500	FOSA SEPTICA ECOTANK 2500 LTS	1.52 m	1.80 m
03-004200	FOSA SEPTICA ECOTANK 4200 LTS	1.75 m	2.19 m
03-005000	FOSA SEPTICA ECOTANK 5000 LTS	1.75 m	2.55 m



### Filtro Anaerobio

El filtro anaerobio es una etapa adicional de tratamiento que recibe el agua residual previamente tratada en una fosa séptica. Este tanque se rellena con un material filtrante de alto rendimiento que logra una remoción efectiva de la materia contaminante disuelta en el agua residual.



CÓDIGO	PRODUCTO/MODELO	DIÁMETRO	ALTURA
03-000750FD	FILTRO BIOLÓGICO ANAEROBIO ECOTANK 750 LTS	1.06 m	1.05 m
03-001100FD	FILTRO BIOLÓGICO ANAEROBIO ECOTANK 1100 LTS	1.20 m	1.32 m
03-001950FD	FILTRO BIOLÓGICO ANAEROBIO ECOTANK 1950 LTS	1.52 m	1.43 m
03-002500FD	FILTRO BIOLÓGICO ANAEROBIO ECOTANK 2500 LTS	1.52 m	1.80 m
03-004200FD	FILTRO BIOLÓGICO ANAEROBIO ECOTANK 4200 LTS	1.75 m	2.19 m

## **Anexo C: Estudio de suelos**

### **1. Análisis de infiltración del suelo**

Con el objetivo de evacuar las aguas servidas de la vivienda ubicada en la comarca de San Isidro de Bolas, municipio de Managua, se realizó una prueba de infiltración aplicando el método del doble anillo, que permite obtener los parámetros para el diseño de las obras de drenaje correspondientes. Para realizar dicha prueba fue designado el laboratorio Instituto de Geología y Geofísica (IGG-CIGEO) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN).

El método consiste en aplicar carga constante de acuerdo a designación ASTM D 3385, con el objetivo de determinar la conductividad hidráulica (coeficiente de permeabilidad) del suelo existente en el área de estudio.

### **2. Ejecución y resultado de la prueba de infiltración**

Se seleccionó el punto o sitio de prueba, se procedió a la colocación de los dos anillos concéntricos para a continuación medir la variación del nivel del agua en el cilindro interior. La información obtenida ayuda a decidir si el terreno tiene la capacidad de infiltración.

#### **Resultados de prueba de infiltración**

<b>Lectura de 3min No.</b>	<b>Profundidad de la prueba (m)</b>	<b>Consumo Promedio ml/min</b>
0		0.00
1		31.50
2		30.00
3		25.00
4		20.00
5		23.00
6		37.00
7		22.50
8		21.10

Lectura de 3min No.	Profundidad de la prueba (m)	Consumo Promedio ml/min
9		21.60
10		18.20
11		19.00
12		26.00
13		13.80
14		24.30
15		19.00
16		22.00
17		17.00
18		19.00
19		18.50
20		27.00
21		16.50
22		25.50
23		27.00
24		21.50
25		15.00
26		22.00
27		19.70
28		18.20
29		18.00
30		18.80
31		18.80
32		16.50
33		22.50
34		22.00
35		17.50
36		22.50
37		22.50
38		22.50
39		22.50
40		22.50
41		22.50
		21.19

Capacidad de infiltración:

Diámetro (D)	0.30	m
altura (H)	0.30	m
área (A)	0.2827	m <sup>2</sup>
Q	107.92	l/día*m <sup>2</sup>

### Coefficiente de Permeabilidad

Con los resultados de campo anteriormente indicados, se procedió a obtener el Coeficiente de Permeabilidad ( $K$ ) aplicando la fórmula siguiente:

$$K = \left(\frac{Q}{Pe}\right) \cdot \left(\frac{\alpha_w}{C}\right) \quad \left[\frac{cm}{s}\right] \quad (1)$$

**Donde:** Q = Agua absorbida [cm<sup>3</sup>/s]  
 Pe= Presión efectiva [g/cm<sup>2</sup>]  
 $\alpha_w$ = Densidad del agua [g/cm<sup>3</sup>]

C= Coeficiente de Forma, dado por  $C = (2\pi D) \frac{\sqrt{\left(\frac{L}{D}\right)^2 - 1}}{\ln\left(\frac{L}{D} + \sqrt{\left(\frac{L}{D}\right)^2 - 1}\right)} \quad [cm]$

**Donde:** D = Diámetro del barreno (cm)  
 L = Longitud del tramo de prueba (cm)

Considerando que D = 0.30 m y L=H = 0.30 m para la prueba de permeabilidad y que la densidad del agua es 1 g/cm<sup>3</sup>, los resultados que se obtienen aplicando la fórmula (1) para obtener el Coeficiente de Permeabilidad ( $K$ ) fueron los siguientes:

Consumo promedio absorbido = 21.19 ml/min = 0.02119 l/min

$$=21.19 \text{ cm}^3/\text{min} = 1271.40 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$=42.38 \text{ cm}^3/\text{s} \cdot \text{m}$$

Prueba No.	Profundidad [m]	Consumo [cm <sup>3</sup> /s/m]	Presión por Gravedad [g/cm <sup>2</sup> ]	Factor de Forma, C [cm]	Coefficiente de Permeabilidad K [cm/s]
1	0.30	42.38	297.0	713.37	2.00* 10 <sup>-4</sup>

Según cuadro siguiente, este valor se encuentra en el rango de tipo permeable

Textura de suelos	Coefficiente de permeabilidad K <sub>f</sub> [m/s]	Rangos de permeabilidad [m/s]	Clasificación
Grava	10 <sup>-1</sup> - 10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup> < K <sub>f</sub>	Muy fuertemente permeable
Arena gruesa	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup> > K <sub>f</sub> > 10 <sup>-4</sup>	Fuertemente permeable
Arena media	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> > K <sub>f</sub> > 10 <sup>-6</sup>	Permeable
Arena fina	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup> > K <sub>f</sub> > 10 <sup>-8</sup>	Poco permeable
Limo arenoso	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-7</sup>	K <sub>f</sub> < 10 <sup>-8</sup>	Muy poco permeable
Limo arcilloso	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-9</sup>		

Fuente: GTZ, 2003. Ing Ulises Ruiz Saucedo

## Fotografías de la prueba de infiltración



Fuente: Propia



Fuente: Propia

## **Anexo D: Manual de Operaciones y Mantenimiento**

### **1. Sistema de bombeo**

Se ha instalado un sistema de bombeo compuesto por un sistema hidroneumático.

#### **Operación**

- ✓ La bomba hidroneumática es de funcionamiento automático y entra en servicio cuando el interruptor de nivel, que se encuentra en el tanque, registra un nivel mínimo que indica que es necesario un abastecimiento.
- ✓ La bomba jamás debe operarse sin agua, esto podría ocasionar daños irreversibles a las mismas.

#### **Mantenimiento**

- ✓ Cada tres meses se deberá dar mantenimiento a las bombas, desarmarlas, engrasar sus piezas mecánicas y revisar el buen funcionamiento de las mismas.
- ✓ Cada cinco años se debe desarmar la instalación de las tuberías de succión e impulsión de las bombas, previo vaciado del tanque, revisando las llaves de paso y la válvula de retención procediendo a la sustitución si estuvieran deterioradas.

### **2. Sistema de tratamiento de aguas residuales**

#### **2.1. Cajas de registro**

Las cajas de registro sirven como recolectores de los desagües con lo que se facilita su mantenimiento y limpieza. Aquí se conectan todas las tuberías de los ramales de desagüe.

#### **2.2. Fosa séptica y FAFA**

El tanque séptico es un depósito en donde se depositan temporalmente las aguas negras provenientes de una casa, el sistema en este caso cuenta con una cámara.

Las aguas residuales ingresaran al tanque mediante una tubería PVC de 4" de diámetro, permanecerán un periodo mínimo de 24 horas con el fin de que se efectúen procesos bioquímicos y físicos mediante los cuales las bacterias anaerobias contenidas en las aguas negras descomponen la materia orgánica, convirtiéndola en gases, líquidos y sólidos que se separan dentro del tanque séptico por procesos físicos, de sedimentación y flotación formando tres capas bien definidas, a medida en que entran las aguas negras la capa líquida fluiría hacia fuera, por lo tanto, se interconectara con una tubería PVC SDR 41 de 4" de diámetro la salida de la fosa séptica con la entrada del filtro anaerobio; donde se efectuara un filtrado biológico eliminando la mayor parte de la materia orgánica residual, ascendiendo lentamente y saliendo hacia el exterior por la parte alta del FAFA. El efluente ahora está en condiciones de ser vertido en el pozo de infiltración.

### **2.3. Pozo de infiltración**

Este permite el tratamiento final e infiltrar las aguas residuales en el suelo dependiendo de las condiciones absorbentes del terreno. Es recomendable forrar las paredes del hueco con piedras o ladrillos separados entre sí y sin poner ninguna clase de pega, además de llenar el pozo con piedra que servirá como segundo filtro.

Para un buen funcionamiento se deben llevar a cabo con regularidad las siguientes instrucciones:

#### Tanque Séptico

##### a) Inspección

Se recomienda cada año aproximadamente inspeccionar para determinar cuándo se debe extraer el lodo del fondo y la nata superficial. La inspección se hace así:

- ✓ Tomar una vara de 2 m aproximadamente y forrarla en un extremo con una toalla o trapo preferiblemente blanco.

- ✓ Introducir lentamente la vara con la punta forrada hacia abajo hasta tocar el fondo del tanque.
- ✓ Después de 3 a 4 minutos se retira la vara lentamente y se mide la parte que sale untada de lodo, para saber la profundidad de los lodos acumulados en el tanque.
- ✓ El tanque requiere la limpieza cuando la profundidad de los lodos sobrepasa los 30 cm.

b) Limpieza y disposición de las natas y los lodos

Se efectúa bombeando el contenido del tanque a un camión cisterna, esta deberá realizarse con el equipo adecuado, y posteriormente se conducirá a cualquiera de los siguientes sitios:

- ✓ Sistema de Alcantarillado sanitario más cercano autorizado por ENACAL.
- ✓ Disposición en un relleno sanitario autorizado por la Alcaldía.

Deberá dejarse una pequeña capa de lodos ya que estos contienen las bacterias que se necesitan para que continúe el proceso biológico del sistema.

Los lodos pueden utilizarse para abono, previa preparación en un sitio específico (retirar la mayor cantidad de agua posible y mezclarlos con cal agrícola) o enterrar los lodos y natas en un hueco que debe abrirse previamente en la tierra, agregando un poco de cal agrícola antes y después de hacer el vaciado de los lodos y natas.

### Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Los filtros anaerobios deben vigilarse periódicamente para su adecuado funcionamiento.

a) Inspección

- ✓ Cada 4 meses aproximadamente se debe hacer la inspección del filtro anaerobio, destapar el tanque séptico, observar el nivel de agua del tanque, y si

la tubería de salida del agua del tanque séptico está sumergida en el agua es porque el filtro FAFA esta colmatado (taponado) y requiere mantenimiento.

#### b) Limpieza y disposición de lodos

##### Destapar el FAFA

- ✓ Retirar la tapa roscada del tapón de registro ubicada en la entrada
- ✓ Extraer el agua de filtro a través de la tee de entrada por medio de una motobomba de bajo caudal y presión o con una manguera haciendo diferencia de nivel (efecto sifón).
- ✓ Llenar el tanque con agua que tenga 1 kilo de cal disuelta y dejar reposar por varias horas
- ✓ Extraer el agua con cal por bombeo, adicionando agua limpia sobre el filtro hasta que el agua salga casi limpia.
- ✓ Colocar el tapón y poner el sistema en funcionamiento.

##### Pozo de Infiltración

Los pozos de infiltración no requieren ningún tipo de mantenimiento. Debe tenerse presente que la vida del drenaje dependerá del adecuado tratamiento primario del agua residual, así como del control y separación de sólidos flotantes y sedimentables.

Un pozo de absorción puede durar entre 3 y 5 años sin mantenimiento. Para extender la vida de un pozo, se debe tener cuidado de asegurar que el efluente ha sido clarificado y/o filtrado para evitar la acumulación excesiva de sólidos.

El pozo debe mantenerse lejos de las áreas de mucho tráfico de manera que el terreno por encima y alrededor del pozo no este compactado, debe estar bastante lejos de cualquier árbol planta para que ninguna raíz pueda alcanzarlo.

Cuando el desempeño del pozo de absorción se deteriora, el material dentro del pozo puede ser excavado y relleno. Para permitir futuros accesos, se debe usar una tapa removible para sellar el pozo hasta que requiera mantenimiento.

Las partículas y la biomasa tapan eventualmente el pozo y requerirá ser limpiado o movido.

Se debe desviar del sistema de absorción al suelo la escorrentía pluvial, el agua superficial puede aumentar la cantidad de agua que el suelo tiene que absorber y dar como resultado fallas prematuras.