

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES



DISEÑO DEL SISTEMA SANITARIO DE UNA VIVIENDA
UNIFAMILIAR UBICADA EN MALLASILLA DE LA CIUDAD DE
LA PAZ

EXAMEN DE GRADO

TRABAJO DE APLICACIÓN

NIVEL LICENCIATURA

POR: VALERIA QUISPE BLANCO

LA PAZ – BOLIVIA

2023

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES

Proyecto de Grado:

**DISEÑO DEL SISTEMA SANITARIO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
UBICADA EN MALLASILLA DE LA CIUDAD DE LA PAZ**

Presentada por: Univ. Valeria Quispe Blanco

Para optar el grado académico de *Licenciado en Construcciones Civiles*

Nota numeral:

Nota literal:

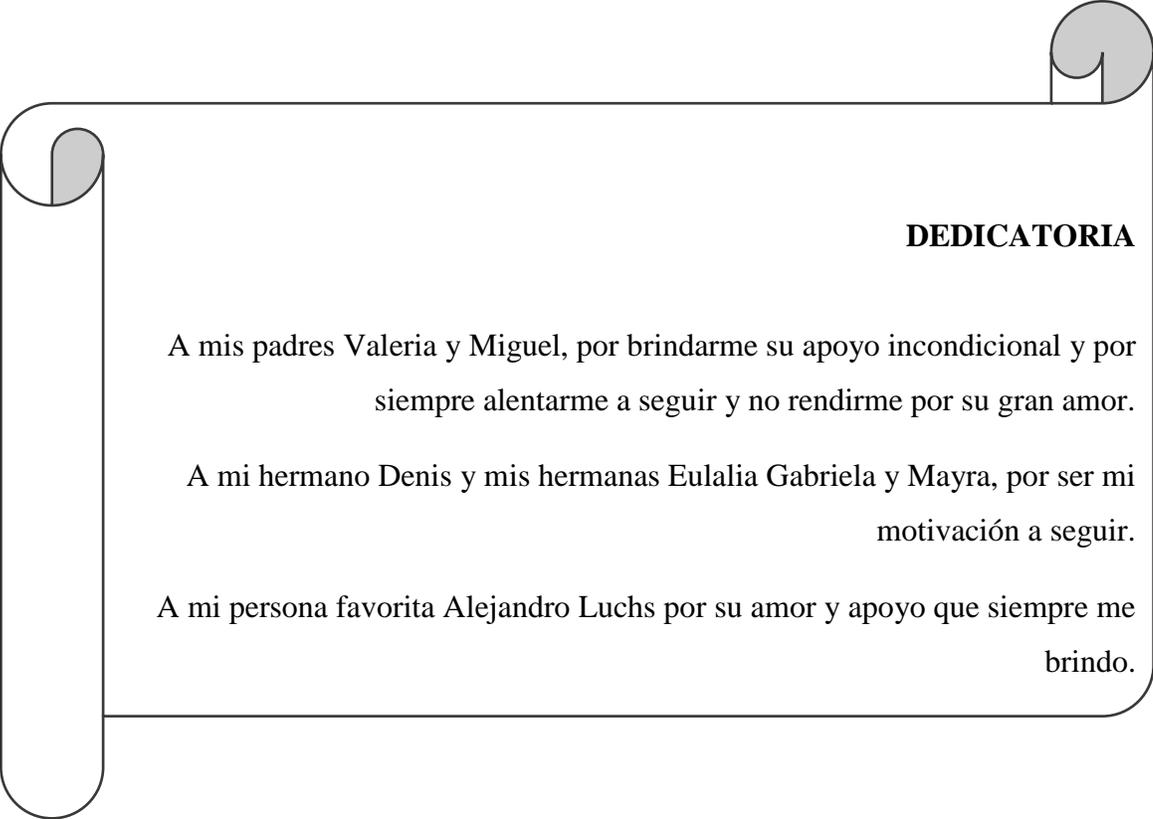
Director de carrera de Construcciones Civiles:

M.Sc. Ing. Carlos Méndez Cárdenas

Tribunal:

.....

Tribunal:.....

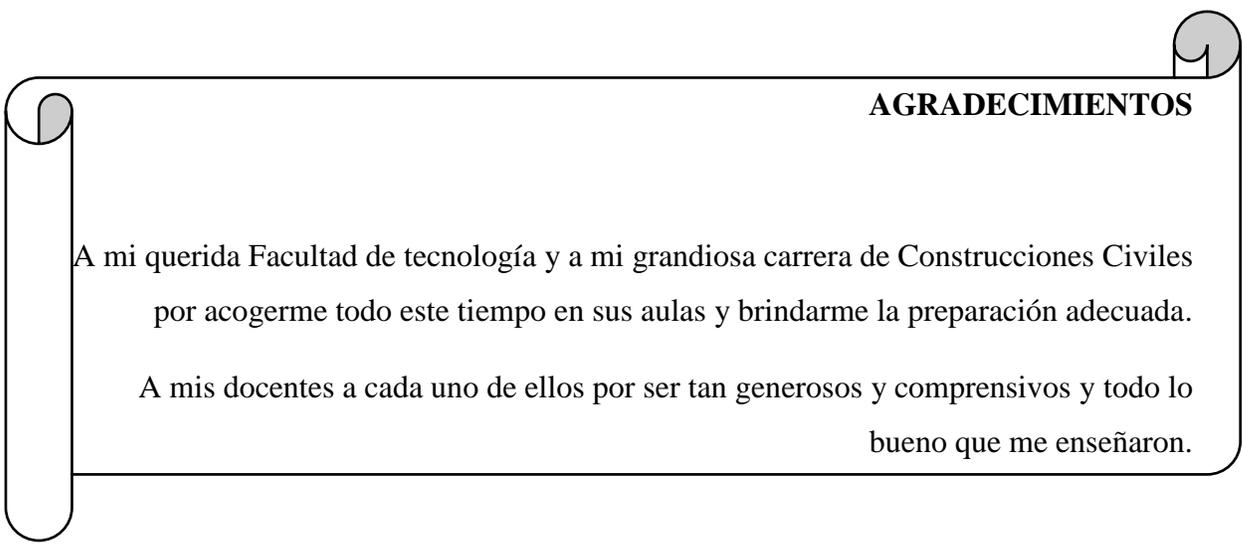
A decorative scroll graphic with a black outline and grey shading on the rolled-up ends, framing the text.

DEDICATORIA

A mis padres Valeria y Miguel, por brindarme su apoyo incondicional y por siempre alentarme a seguir y no rendirme por su gran amor.

A mi hermano Denis y mis hermanas Eulalia Gabriela y Mayra, por ser mi motivación a seguir.

A mi persona favorita Alejandro Luchs por su amor y apoyo que siempre me brindo.

A decorative scroll graphic with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving inward. The text is centered within the scroll.

AGRADECIMIENTOS

A mi querida Facultad de tecnología y a mi grandiosa carrera de Construcciones Civiles por acogerme todo este tiempo en sus aulas y brindarme la preparación adecuada.

A mis docentes a cada uno de ellos por ser tan generosos y comprensivos y todo lo bueno que me enseñaron.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1.INTRODUCCION	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.2.1. Objetivo general	1
1.2.2. Objetivos específicos	1
CAPÍTULO 2	2
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. SUPERFICIE CONSTRUIDA.....	2
2.2. AGUA POTABLE FRÍA	2
2.2.1. TIPOS DE SISTEMA	2
2.2.1.1. Sistema directo	2
2.2.1.2. Sistema indirecto	4
2.2.1.3. SISTEMA MIXTO.....	5
2.2.2. DOTACIÓN.....	6
2.2.2.1. DOTACIÓN SEGÚN EL LUGAR	6
2.2.3. TANQUE DE ALMACENAMIENTO	7
2.2.3.1. Tanque in situ	8
2.2.3.2. Tanque prefabricado	8
2.2.4. RED DE DISTRIBUCIÓN	9
2.2.4.1. Ramal de alimentación domiciliario de agua potable	9
2.2.4.2. Dimensionamiento de las redes distribución de agua potable.....	9
2.2.4.3. Hidrómetro	12
2.2.4.4. INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE AGUA	12
2.2.5. CAUDAL	13
2.2.5.1. Unidades de gasto método de hunter.....	13
2.2.5.2. Caudales máximos probables.....	14
2.2.5.3. Velocidades	17
2.2.6. PRESIONES	17
2.2.6.1. Perdida de carga o presión	18
2.2.6.2. Perdida localizada por accesorio	18

2.2.6.3. Perdida por fricción	19
2.2.6.4. Perdida método Hazzen.....	19
2.3. SISTEMA SANITARIO	19
2.3.1. ACCESORIO SANITARIO.....	20
2.3.2. AGUAS GRISES.....	20
2.3.3. DIMENCIONAMIENTO	20
2.3.3.1. Ramales de descarga y ramales sanitarios.....	20
2.3.3.2. Bajante sanitaria	24
2.3.3.3. Colectores sanitarios	24
2.3.3.4. Ventilación	25
2.3.3.5. Artefactos sanitarios	27
2.3.3.6. Dispositivos de inspección y limpieza	28
2.3.3.7. Cámaras de inspección	28
2.3.3.8. Cámaras de registro.....	29
2.4 SISTEMA PLUVIAL.....	29
2.4.1. ACCESORIO PLUVIAL	29
2.4.2. BAJANTE PLUVIAL	29
2.4.3. INTENCIDAD Y PRECIPITACION.....	29
2.4.4. DIMENCIONAMIENTO	30
2.4.4.1. Caudales de diseño	30
2.4.4.2. Sumideros de piso.....	32
2.4.4.3. Canaletas.....	32
2.4.4.4. Bajantes pluviales.....	34
2.4.4.5. Colectores pluviales.....	34
2.4.4.6. CAMARAS DE INSPECCION.....	35
CAPITULO 2	36
3. MARCO PRACTICO.....	36
3.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	36
3.1.2. DISPOSICION DE AMBIENTES.....	37
3.2. CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	38
3.2.1. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO.....	39
3.2.2. TRAZO DE LA RED Y DE MONTANTES.....	41

3.2.2.1. Montantes	42
3.2.3. RED DE AGUA POTABLE FRIA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR.....	48
PLANILLA DE CÁLCULO MONTANTE B PLANTA 3.....	50
3.3. SISTEMA SANITARIO.....	54
3.3.1 CÁLCULO DE BAJANTES Y VENTILACIÓN.....	54
3.3.2. PLANILLA DE CALCULO - BAJANTES SANITARIAS.....	56
3.3.3. PLANILLA DE CALCULO - ALCANTARILLADO SANITARIO	56
3.4. SISTEMA PLUVIAL.....	57
3.4.1. PLANILLA DE CALCULO - BAJANTES PLUVIALES	57
3.4.2. CALCULO DE CANALETAS	58
3.4.3. CALCULO DE DRENAJE PLUVIAL	59
4. CONCLUSIONES.....	61
5. RECOMENDACIONES.....	61
6. BIBLIOGRAFÍA.....	62
7. ANEXOS.....	63

CAPÍTULO 1

1.INTRODUCCION

En la construcción de edificaciones unifamiliares o multifamiliares, uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de instalaciones sanitarias, debido a que satisfacer las necesidades básicas del ser humano, como ser el agua potable, el aseo personal la limpieza del hogar, eliminando los desechos orgánicos.

Estas instalaciones básicamente deben cumplir con las exigencias de habitabilidad, funcionalidad, durabilidad, y economía en toda la vivienda.

Las instalaciones sanitarias deben proyectarse y principalmente construirse, procurando el máximo provecho de las cualidades de los materiales empleados, e instalarse en la forma más practica posible, de modo que se eviten reparaciones constantes e injustificadas.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Realizar el cálculo y diseño sanitario de una vivienda unifamiliar ubicado en la zona de Mallasilla.

1.2.2. Objetivos específicos

- Estudio del plano arquitectónico y aspectos generales
- Diseñar el sistema de agua potable fría de la vivienda unifamiliar.
- Diseñar el sistema sanitario de la vivienda unifamiliar.
- Diseñar el sistema de drenaje pluvial de la vivienda unifamiliar.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. SUPERFICIE CONSTRUIDA

Se sabe que la superficie construida es la que mide la vivienda completa, incluidos todos sus muros perimetrales. Es decir, todo lo que quede dentro del contorno de una vivienda. La vivienda unifamiliar tiene una superficie de 200 m² la vivienda se encuentra ubicada en la zona Ex Fundo Mallasilla de la ciudad de La Paz.

2.2. AGUA POTABLE FRÍA

Agua que, por sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, se considera apta para consumo humano y que cumple con las normas de calidad de agua (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 125) .

2.2.1. TIPOS DE SISTEMA

Toda instalación domiciliaria de agua potable comprende un sistema constituido por: la conexión domiciliaria o ramal externo, y el ramal de alimentación domiciliar, el almacenamiento, si corresponde y la red de distribución hacia los puntos de consumo o de utilización.

El sistema domiciliar de abastecimiento de agua potable podrá ser directo, indirecto o mixto. La selección de uno de estos sistemas deberá cumplir con las explicaciones del reglamento. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 130)

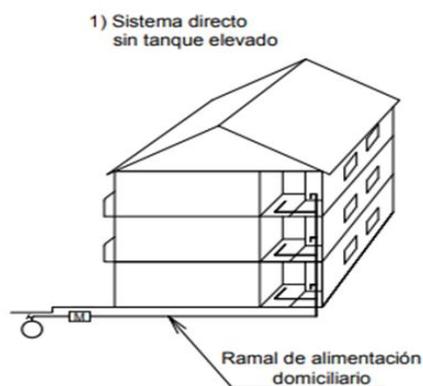
2.2.1.1. Sistema directo

El Sistema Directo de Abastecimiento de Agua es aquel en el cual los puntos o artefactos sanitarios de utilización son conectados a una red de distribución

alimentada directamente por la red pública de Agua potable. Para La selección de este Sistema se deberá cumplir:

- 1) Presión de servicio y caudal suficientes en la red pública para satisfacer la demanda de los caudales máximos probables de los diferentes puntos de consumo.
- 2) Continuidad y confiabilidad del servicio, en condiciones de presión y cantidad.
- 3) Que las interrupciones eventuales y/o programadas de la red pública por parte del prestador del servicio de agua potable, cumplan o se encuentre en el rango admisible por la Autoridad de Regulación
- 4) Contar con un dispositivo o válvula anti retorno, como medida de protección contra los riesgos de contaminación de la red pública.
(Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 131)

Figure 1: SISTEMA DIRECTO

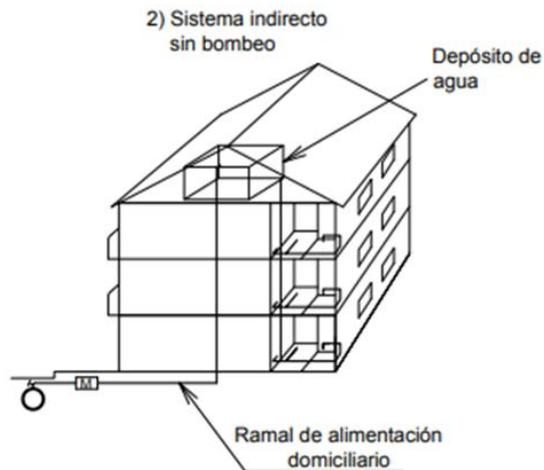


Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 173)

2.2.1.2. Sistema indirecto

- 1) El Sistema Indirecto de Abastecimiento de Agua es aquel en el cual los puntos o artefactos sanitarios de utilización están abastecidos por una red de distribución alimentada por un sistema de almacenamiento de agua y/o sistemas hidroneumáticos.
- 2) Los sistemas indirectos se aplican cuando la presión y/o caudal de servicio de la red pública no es suficiente para abastecer en forma directa a los diferentes puntos de consumo de un inmueble o cuando el servicio es susceptible de ser discontinuo en condiciones de caudal y presión.
- 3) De acuerdo a las condiciones de presión en la red, se podrá tener un sistema tipo indirecto sin bombeo, con bombeo, indirecto hidroneumático o del tipo combinado. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 131)

Figure 2: SISTEMA INDIRECTO SIN BOMBEO



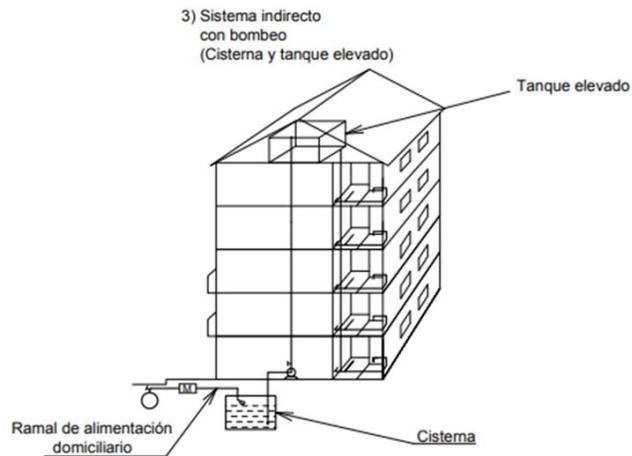
Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 173)

2.2.1.3. SISTEMA MIXTO

Este sistema consta de un tanque elevado que es abastecido directamente por la red pública de agua potable. En este sistema la red de distribución domiciliaria es alimentada por gravedad desde el tanque elevado. Se aplica cuando las condiciones de presión y/o caudal de la red pública pueden ser discontinuas e insuficientes para abastecer a los diferentes puntos de consumo del inmueble. Para la selección de este sistema se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Presión de servicio y caudal suficientes de la red pública, en forma continua por algunos días o por algunas horas, para satisfacer las condiciones hidráulicas de transporte del agua desde la red pública hasta un tanque elevado.
- 2) Contar con un dispositivo o válvula anti retorno en el ramal de alimentación, como medida de protección contra los riesgos de contaminación de la red pública (protección contra conexiones cruzadas). (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 132)

Figure 3: SISTEMA INDIRECTO CON BOMBEO



Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 173)

2.2.2. DOTACIÓN

2.2.2.1. DOTACIÓN SEGÚN EL LUGAR

Para el cálculo del consumo diario en edificios y viviendas multifamiliares, se debe determinar la tasa de ocupación, el número de habitantes se define tomando en cuenta el tamaño y número de dormitorios comprendidos en el diseño arquitectónico, tomando en cuenta las normas de edificación y construcción que establecen una tasa de ocupación máxima.

En general se recomienda aplicar una tasa de ocupación de dos personas para dormitorios de tipo social y una persona por dormitorio de servicio.

La tasa de ocupación en edificios de oficina, comercio, etc. Es determinada por la normativa de construcción vigente. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 132)

Tabla1: Tasa de ocupacion de edificios publicos y privados.

Local	Tasa de ocupación
Bancos	1 persona /5,0 m ²
Oficinas	1 persona /6,0 m ²
Locales comerciales. Planta baja	1 persona /2,5 m ²
Locales comerciales. Pisos superiores	1 persona /5,0 m ²
Museos y bibliotecas	1 persona /5,5 m ²
Shopping center	1 persona /5,0 m ²
Salas de hoteles	1 persona /5,5 m ²
Restaurantes	1 persona /1,50 m ²
Supermercados	1 persona /2,5m ²

Teatros, cines, auditorios	1 silla /0,70 m2
----------------------------	------------------

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 133)

La dotación per cápita, es el consumo medio diario que se le asigna a cada habitante, para satisfacer sus necesidades (Bebida, alimentación, aseo personal y vivienda).

En la siguiente tabla se indica los valores referenciales de consumo para diferentes predios, para otros que no estén contemplados el proyectista deberá realizar las elecciones consumo manteniéndose en el marco del uso eficiente y conservación del agua. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011)

tabla 2: Dotaciones per cápita para vivienda urbana. Valores referenciales.

Región	Altitud media msnm	Precipitación media anual (mm)	Temp. Media (°)	Tamaño de localidad Dotación (L / hab. día)			
				Menor	Intermedia	Mayor	Metropolitana
Altiplano	3600 - 4000	402	11	70- 80	80 - 100	80 - 100	80 - 120
Valles	500 - 3600	496	16	70-100		100 - 120	100 - 150
Llanos	100 - 500	1167	27.5				

Ciudades Menores: 2 000 – 10 000 hab.
Ciudades Metropolitanas: > 500 000 hab

Ciudades Mayores: 100 000 – 500 000 hab.
Ciudades Intermedias: 10 000 – 100 000 hab.

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 134)

2.2.3. TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Depósito de agua situado entre el medidor y el conjunto motor-bomba. Ubicado generalmente en la planta baja o sótano de un edificio, destinado al almacenamiento de agua para su posterior distribución mediante un sistema indirecto de agua potable. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág.

136)

2.2.3.1. Tanque in situ

Se trata de tanques de almacenamiento de capacidades superiores a los 250.000 litros, los cuales no pueden ser transportados por carretera y deben ser fabricados en las instalaciones del cliente.

2.2.3.2. Tanque prefabricado

Los tanques de retardo ayudan a retener el agua durante un cierto tiempo antes de enviarla a una quebrada o río. Los tanques de almacenamiento ayudan a contener y suministrar el agua en caso de alguna escasez.

Este tipo de tanques prefabricados, son utilizados para la captación y retención del agua, especiales para proyectos tales como:

- Casas
- Departamentos
- Hoteles
- Bancos
- Escuelas y colegios
- Restaurantes
- Centros comerciales

tipo

- Cualquier de edificación

Figura4: tanques de almacenamiento de agua.



Fuente:<https://plasticoscarmen.com>

2.2.4. RED DE DISTRIBUCIÓN

Este sistema de tuberías es el encargado de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y con la calidad requerida para todos y cada uno de los tipos de zonas socio-económicas (comerciales, residenciales de todos los tipos, industriales, etc.) que tenga la localidad que se esté o pretenda abastecer de agua. El sistema incluye válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo.

2.2.4.1. Ramal de alimentación domiciliario de agua potable

Es el tramo de tubería y accesorios comprendido entre en el medidor y la primera derivación a una instalación sanitaria. Si el sistema contempla un tanque cisterna, el ramal de alimentación domiciliario es el tramo comprendido entre el hidrómetro y la válvula de flotador instalado en el mismo.

2.2.4.2. Dimensionamiento de las redes distribución de agua potable

Las redes de distribución de agua deberán ser diseñadas para satisfacer la demanda máxima probable de los diferentes puntos de consumo o utilización.

Tabla3: demanda máxima de consumo por artefacto

Artefacto	L/min
Lavamanos con medidor de caudal	0.95

Lavamanos con cierre automático	1.89
Bebedero (chorro)	2.84
Lavamanos corriente	9.46
Tina de baño, 15min	18.93
Ducha, 15mm	9.46
Lavandería 15mm	9.46
Máquina de lavar ropa(3.50 a 7 kg)	15.14
Inodoro c/tanque de gravedad	11.36
Inodoro c/válvula de descarga de 15mm, 11 mca de presión (0,11Mpa)	56.78
Inodoro c/válvula de descarga de 25mm, 11 mca de presión (0,11Mpa)	102.20
Inodoro c/válvula de descarga de 25mm, 18 mca de presión (0,18Mpa)	132.48
Urinario corriente	5.68
Urinario con válvula de descarga	45.42
Lavaplatos o pileta de cocine 15mm	17.03
Lavaplatos o pileta de cocine 20mm	22.71
Maquina domestica de lava platos	15.14
Grifo de riego 15 mm	18.93
Pileta de servicio	22.71

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 144)

Tabla4: diámetros mínimos de ramales de conexión de artefactos sanitarios.

Artefacto sanitario	Diámetro nominal (DN)	
	Agua fría	Agua caliente
	mm	mm
Tina de baño o tina con ducha	15	15
Bidet	15	15
Lavadora automática, domestica	15	15
Lavaplatos automático, domestico		15

bebedero	15	
Grifo de riego	15	
Grifo de riego adicional, por cada unidad	15	
Lavaplatos o pileta de cocina, domestico	15	15
Lavandería doméstica o pileta de lavado	15	15
Lavamanos o lavatorio	15	15
Pileta de servicio	15	15
Ducha individual	15	15
Ducha de uso continuo	15	15
Urinario c/válvula de descarga de 3.75 L	20	
Urinario c/válvula de descarga > a 3.75 L	20	
Inodoro, c/tanque de gravedad de 6 L por descarga	15	
Inodoro, c/tanque de hidropresion de 6 L por descarga	15	
Inodoro, c/válvula de descarga de 6 L	25	
Inodoro, c/tanque de gravedad de 12 L por descarga	15	
Inodoro, c/válvula de descarga de 12 L	25	

Tina de hidromasaje	15	15
---------------------	----	----

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 145)

2.2.4.3. Hidrómetro

Artefacto medidor de consumo de agua que se identifica por el diámetro y la capacidad de medición de los volúmenes consumidos de agua. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 126)

Figure5: medidor de agua



Fuente: <https://www.facebook.com/EpsasBo/posts/epsasinforma-medidor-es-el-encargado-de-controlar-el-volumen-de-agua-que-fluye-a/756060201406194/>

2.2.4.4. INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE AGUA

- 1) La instalación de medidores de agua o hidrómetros, como parte de la conexión domiciliaria del inmueble o edificio, es responsabilidad de la entidad competente.

- 2) Todo medidor debe cumplir con las normas y especificaciones técnicas de calidad, establecidas por el IBNORCA y el presente reglamento, tales como tipo, calidad de materiales, rango de caudales, presión de trabajo, error de medición, pérdidas de cargas máximas, mínimas y otros.
- 3) Los medidores deberán ser instalados en todo tipo de inmueble, cuyas características serán determinadas por el consumo diario, el caudal máximo horario de la demanda, las presiones de trabajo y las pérdidas de carga.
- 4) Toda instalación de hidrómetros debe ser realizada en un lugar visible y de fácil lectura tanto para la Entidad Competente como para el usuario.
- 5) Los hidrómetros deben ser instalados de preferencia en posición horizontal, salvo especificación expresa del fabricante o proveedor, podrá aceptarse la instalación en otras posiciones.
- 6) Toda instalación de hidrómetros debe ser realizada en un lugar visible y de fácil lectura tanto para la Entidad Competente como para el usuario.
- 7) Los hidrómetros deben ser instalados de preferencia en posición horizontal, salvo especificación expresa del fabricante o proveedor, podrá aceptarse la instalación en otras posiciones. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, págs. 85,86)

2.2.5. CAUDAL

Flujo de agua en la unidad de tiempo que circula en un conducto o canalización bajo condiciones de presión. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 125)

2.2.5.1. Unidades de gasto método de hunter

La demanda pico de un inmueble con un sistema de distribución alimentando a múltiples artefactos sanitarios, se diseña considerando el uso discontinuo de los

mismos, el tipo de artefacto sanitario, los patrones de utilización y el número de artefactos sanitario, los patrones de utilización y el número de artefactos instalados que pueden ser utilizados simultáneamente en el inmueble.

Los valores de UG asignados para diferentes tipos de artefactos e inmuebles se muestran en la tabla 1.8. los valores de esta tabla representan el factor de demanda de agua potable del artefacto o punto de consumo en el sistema de agua potable de un inmueble.

Para artefactos que tienen tanto un suministro de agua potable fría como caliente, los valores individuales representa $\frac{3}{4}$ del valor total asignado a cada artefacto, con redondeo a la cifra inmediata superior. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 146)

2.2.5.2. Caudales máximos probables

La determinación del caudal máximo probable (QMP) en L/s, correspondiente a un determinado número de unidades de gastos (UG), método de Hunter se encuentra en la tabla 1.10 en la cual los valores han sido artefacto empleado, con tanque o válvula de descarga.

La máxima demanda probable es mayor en aquellos sistemas de agua potable en los cuales se han instalado inodoros que funcionan directamente con válvulas de descarga (en comparación con los inodoros con tanques de gravedad). La diferencia entre la demanda máxima probable entre los dos sistemas disminuye conforme el número total UG aumenta. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 147)

Para instalaciones que cuentan con tanques cisterna de descarga:

$$0,00 < UG < 100 \text{ QMP (L/s)} = 0,083373 + 0,022533 * UG - 8,31E-5 * UG^2$$

$$100 \leq UG \leq 500 \text{ QMP (L/s)} = 0,814228 + 0,007263 * UG - 5,55E-7 * UG^2$$

$$500 \leq UG \leq 1\ 000 \text{ QMP (L/S)} = 1,501666 + 0,005683 * UG$$

Para instalaciones que cuentan con artefactos que funcionan con un sistema de válvula de descarga:

$$5,0 < UG < 100 \text{ QMP (L/s)} = 0,212260 + 0,026369 * UG - 1,04E-4 * UG^2$$

$$100 \leq UG \leq 500 \text{ QMP (L/s)} = 1,523285 + 0,008663 * UG - 4,11E-6 * UG^2$$

$$500 \leq UG \leq 1\ 000 \text{ QMP (L/S)} = 2,546667 + 0,004663 * UG$$

Tabla 5: Unidades de gasto por artefacto sanitario*. Método de Hunter

Artefacto Sanitario	Viviendas Unifamiliares o de dos Deptos.			Edificios Multifamiliares, con 3 o más Deptos.			Edificios públicos, comerciales.			Edificios de alta ocupación: Teatros, Stadiums, escuelas y similares		
	Unidades de Gasto (UG)			Unidades de Gasto (UG)			Unidades de Gasto (UG)			Unidades de Gasto (UG)		
	Total	Fria	Caliente	Total	Fria	Caliente	Total	Fria	Caliente	Total	Fria	Caliente
Tina de baño o tina con ducha	4,0	3,0	3,0	3,5	2,6	2,6	4,0	3,0	3,0			
Bidet	1,0	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4						
Lavadora automática (doméstica)	4,0	3,0	3,0	2,5	1,9	1,9	4,0	3,0	3,0			
Máquina automática de lavar platos (doméstico)	1,5		1,5	1,0		1,0	1,5		1,5			
Bebedero							0,5	0,5		0,8	0,8	
Grifo de riego	2,5	2,5		2,5	2,5		2,5	2,5				
Grifo de riego adicional, por c/ Unid. añadida	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0				
Lavaplatos o pileta de cocina	1,5	1,1	1,1	1,0	0,8	0,8	1,5	1,1	1,1			
Lavaplatos o pileta de cocina exclusivo**	3,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	4,0	3,0	3,0			
Lavandería o pileta de lavado	2,0	1,5	1,5	1,0	0,8	0,8	2,0	1,5	1,5			
Lavamanos o Lavatorio	1,0	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8
Pileta de servicio							3,0	2,3	2,3			
Ducha Individual	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5			
Ducha de uso continuo							5,0	3,8	3,8	5,0	3,8	3,8
Urinario c/válvula de descarga de 3.75 L							4,0	4,0		5,0	5,0	
Urinario, c/válvula de descarga > a 3.75 L							5,0	5,0		6,0	6,0	
Inodoro c/tanque de descarga de 6 L	2,5	2,5		2,5	2,5		2,5	2,5		4,0	4,0	
Inodoro c/ tanque de hidropresión de 6 L	2,5	2,5		2,5	2,5		2,5	2,5		3,5	3,5	
Inodoro, c/válvula de descarga de 6 L	5,0	5,0		5,0	5,0		5,0	5,0		8,0	8,0	
Inodoro, c/ tanque de descarga de 13 L.	3,0	3,0		3,0	3,0		5,5	5,5		7,0	7,0	
Inodoro, c/válvula de descarga de 13 L	7,0	7,0		7,0	7,0		8,0	8,0		10,0	10,0	
Tina de hidromasaje	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0						

* Fuente: National Standard Plumbing Code 2006 ** En cocinas que no cuentan con máquina de lavar platos

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 149)

Tabla 6: Caudales máximos probables. Método de Hunter

U.GASTO	TANQUE	VÁLVULA	U. GASTO	TANQUE	VÁLVULA	U. GASTO	TANQUE	VÁLVULA
1.00			51.00	1.02	1.79	110.00	1.61	2.43
2.00			52.00	1.03	1.81	120.00	1.68	2.50
3.00	0.15		53.00	1.04	1.82	130.00	1.75	2.58
4.00	0.17		54.00	1.06	1.84	140.00	1.82	2.66
5.00	0.19	0.85	55.00	1.07	1.85	150.00	1.89	2.73
6.00	0.22	0.87	56.00	1.08	1.87	160.00	1.96	2.80
7.00	0.24	0.90	57.00	1.10	1.88	170.00	2.03	2.88
8.00	0.26	0.92	58.00	1.11	1.90	180.00	2.10	2.95
9.00	0.28	0.95	59.00	1.12	1.91	190.00	2.17	3.02
10.00	0.30	0.97	60.00	1.14	1.93	200.00	2.24	3.09
11.00	0.32	1.00	61.00	1.15	1.94	210.00	2.31	3.16
12.00	0.34	1.02	62.00	1.16	1.95	220.00	2.39	3.23
13.00	0.36	1.04	63.00	1.17	1.97	230.00	2.46	3.30
14.00	0.38	1.07	64.00	1.18	1.98	240.00	2.53	3.37
15.00	0.40	1.09	65.00	1.20	1.99	250.00	2.60	3.43
16.00	0.42	1.11	66.00	1.21	2.01	260.00	2.67	3.50
17.00	0.44	1.14	67.00	1.22	2.02	270.00	2.73	3.56
18.00	0.46	1.16	68.00	1.23	2.03	280.00	2.80	3.63
19.00	0.48	1.18	69.00	1.24	2.04	290.00	2.87	3.69
20.00	0.50	1.20	70.00	1.25	2.06	300.00	2.94	3.75
21.00	0.52	1.23	71.00	1.26	2.07	310.00	3.01	3.81
22.00	0.54	1.25	72.00	1.27	2.08	320.00	3.08	3.88
23.00	0.56	1.27	73.00	1.28	2.09	330.00	3.15	3.93
24.00	0.58	1.29	74.00	1.29	2.10	340.00	3.22	3.99
25.00	0.59	1.31	75.00	1.30	2.11	350.00	3.29	4.05
26.00	0.61	1.33	76.00	1.31	2.12	360.00	3.36	4.11
27.00	0.63	1.35	77.00	1.32	2.13	370.00	3.43	4.17
28.00	0.65	1.37	78.00	1.33	2.14	380.00	3.49	4.22
29.00	0.67	1.40	79.00	1.34	2.15	390.00	3.56	4.28
30.00	0.68	1.42	80.00	1.35	2.16	400.00	3.63	4.33
31.00	0.70	1.44	81.00	1.36	2.17	410.00	3.70	4.38
32.00	0.72	1.46	82.00	1.37	2.18	420.00	3.77	4.44
33.00	0.74	1.48	83.00	1.38	2.19	430.00	3.83	4.49
34.00	0.75	1.49	84.00	1.39	2.20	440.00	3.90	4.54
35.00	0.77	1.51	85.00	1.40	2.21	450.00	3.97	4.59
36.00	0.79	1.53	86.00	1.40	2.22	460.00	4.04	4.64
37.00	0.80	1.55	87.00	1.41	2.23	470.00	4.11	4.69
38.00	0.82	1.57	88.00	1.42	2.24	480.00	4.17	4.74
39.00	0.84	1.59	89.00	1.43	2.24	490.00	4.24	4.78
40.00	0.85	1.61	90.00	1.44	2.25	500.00	4.31	4.88
41.00	0.87	1.62	91.00	1.44	2.26	510.00	4.40	4.92
42.00	0.88	1.64	92.00	1.45	2.27	520.00	4.46	4.97
43.00	0.90	1.66	93.00	1.46	2.27	530.00	4.51	5.02
44.00	0.91	1.68	94.00	1.46	2.28	540.00	4.57	5.08
45.00	0.93	1.69	95.00	1.47	2.29	550.00	4.63	5.11
46.00	0.94	1.71	96.00	1.48	2.29	560.00	4.68	5.16
47.00	0.96	1.73	97.00	1.48	2.30	570.00	4.74	5.20
48.00	0.97	1.74	98.00	1.49	2.31	580.00	4.80	5.25
49.00	0.99	1.76	99.00	1.50	2.31	590.00	4.85	5.30
50.00	1.00	1.78	100.00	1.54	2.35	600.00	4.91	5.34

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág.

151)

2.2.5.3. Velocidades

La velocidad mínima en un conducto o tubería no deberá ser menor a 0.60 m/s, para evitar la sedimentación.

A objeto de mitigar la generación de ruidos en las tuberías, la velocidad de flujo en los conductos de distribución de agua no deberá ser mayor a las indicadas en la tabla. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 142)

Tabla 7: Velocidades máximas admisibles en tuberías de agua potable.

diametro nominal	diametro nominal	velocidad maxima	caudal maximo
1/2	15	1,6	0,2
3/4	20	2	0,6
1	25	2,3	1,2
1 1/2	40	2,5	4
2	50	2,5	5,7
2 1/3	60	2,5	8,9
3	75	2,5	12
4	100	2,5	18

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 143)

2.2.6. PRESIONES

Para fines de diseño la presión de trabajo o presión dinámica mínima, no debe ser menor a los 2.00 m.c.a. (20.00 Kpa) para todos los puntos de consumo. En el caso de artefactos con válvulas o hidropresión en inodoros la presión de trabajo será fijada por el proveedor.

La presión estática máxima aceptable no será mayor a los 40.00 m.c.a. (400.00 Kpa). En caso de superarse esta presión se deberá considerar la instalación de

equipos reductores de presión. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 143)

2.2.6.1. Perdida de carga o presión

- 1) Las pérdidas de carga serán determinadas considerando una presión dinámica o mínima sobre el punto de consumo o salida del artefacto más desfavorable mayor o igual a los 2 m.c.a (20kPa), para las condiciones de máximo consumo probable. La condición de presión dinámica mínima de 2 m.c.a podrá variar de acuerdo a las especificaciones técnicas exigidas por lo proveedores de artefactos sanitarios.
- 2) El diámetro mínimo de las tuberías emplearse en las instalaciones domiciliarias de agua potable será de DN 15 para tuberías de material plástico y cobre DN 20 para tubería de fierro galvanizado.
- 3) La pérdida de carga en tuberías se calculara mediante la aplicación de la formula universal o racional de Darcy- Weishbach en combinación con la fórmula de Colebrook-White que se aplica a cualquier régimen de flujo(laminar, en transición u turbulento), tipo de material (rugosidad) y para cualquier tipo de fluido (número de Reynolds que es función de la viscosidad del fluido). (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 153)

2.2.6.2. Perdida localizada por accesorio

Las pérdidas de carga localizadas de carga corresponden a las producidas por hidrómetros, reguladores de caudal, piezas de unión, accesorios, distribuidores múltiples, reguladores de caudal, y piezas especiales. Para el cálculo de las perdidas localizadas debido a piezas de unión, válvulas y accesorios de podrán emplear las tablas 1.1 y 2.1. determinando la longitud equivalente de cada caso, de acuerdo al tipo

de material del accesorio PVC y/o F.G. las pérdidas por piezas especiales, hidrómetros y similares serán determinadas con base a información del proveedor.

La instalación de todo dispositivo anti reflujo, puede reducir en forma significativa la presión caudal de las redes domiciliarias de agua potable por lo cual, el proyectista deberá tomar en cuenta las pérdidas correspondientes y su impacto en el funcionamiento del sistema de agua potable. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 155)

2.2.6.3. Pérdida por fricción

Hay varias ecuaciones, teóricas y empíricas, que nos permiten estimar las Pérdidas por Fricción asociadas con el flujo a través de determinada sección de una conducción.

2.2.6.4. Pérdida método Hazzen

La ecuación es para el cálculo de las Pérdidas por Fricción en tuberías completamente llenas de agua (a presión) y utilizando la ecuación de continuidad para expresarla en función del caudal conducido (Q) así como el diámetro(D) y Longitud(L) de la tubería, tendremos la expresión más conocida para las pérdidas por fricción totales (hf).

$$D = 1,4419 \times \sqrt{Q} \quad V = \frac{6,2 \times Q}{\pi \times D^2} \quad \text{METODO [HAZZEN WILLIAMS]} \quad J = \frac{\left(100 + \frac{Q}{C}\right)^{1,85}}{D^{4,87}} \times 0,3437 \quad hf = L * J$$

2.3. SISTEMA SANITARIO

Establece las condiciones técnicas por las cuales deben ser diseñadas y ejecutadas las instalaciones domiciliarias de evacuación de aguas residuales cumpliendo los requisitos de higiene, y conservación de agua.

2.3.1. ACCESORIO SANITARIO

Elemento o pieza necesaria para la ejecución de las instalaciones domiciliarias de recolección y evacuación de aguas residuales (uniones, cambios de dirección, derivaciones, reducciones, fijaciones, y otros similares). (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 189)

2.3.2. AGUAS GRISES

Es el volumen total de aguas residuales provenientes del aseo personal, labores de cocina, lavado de ropa y limpieza en general. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 189)

2.3.3. DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento de un sistema domiciliario de evacuación de aguas residuales comprende los siguientes componentes:

- 1) Ramales de descarga y ramales sanitario
- 2) Bajantes sanitarias
- 3) Colectores sanitarios
- 4) Cajas interceptoras
- 5) Ventilación
- 6) Artefactos sanitarios
- 7) Dispositivos de inspección y limpieza
- 8) Cámaras de inspección
- 9) Cámaras de registro

2.3.3.1. Ramales de descarga y ramales sanitarios

Los ramales de descarga de cada artefacto sanitario se determinarán con base al número de Unidades de Descarga Hidráulica (UD) de acuerdo al método de Hunter,

correspondientes a cada artefacto presenta los diámetros nominales de los ramales de descarga asociados a los diferentes artefactos sanitarios en función a las UD. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 196)

Tabla 8: Unidades de descarga hidráulica de artefactos sanitarios

Artefacto sanitario	Unidades de descarga hidráulica UD	Ramal de descarga. Diámetro nominal (mm) DN
Inodoro corriente	6	100
Tina residencial	2	40
Bebedero	0.5	40
Bidet	1	40
Ducha de residencia	2	40
Ducha publica-colectiva	4	40
Lavamanos residencial	1	40
Lavamanos de uso general	2	40
Urinario c/válvula de descarga	6	75
Urinario c/tanque de descarga	5	50
Urinario c/descarga automática	2	40
Urinario tipo canal corrido p/m	2	50
Lavaplatos de residencia	3	50
Pileta de servicio	5	75
Pila de cocina industrial preparación	3	50

Pila de cocina industrial lavado	4	50
Lavandería	3	40
Máquina de lavar platos	2	50**
Máquina de lavar ropa	3	50**

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 196)

2) El número de Unidades de Descarga Hidráulica correspondiente a artefactos sanitarios no contemplados en la Tabla, se estimarán en función al diámetro de la tubería de descarga de acuerdo a la Tabla siguiente.

3) Todo ramal de descarga correspondiente a lavamanos, duchas, tinas, bidets, lavanderías, máquinas de lavar ropa, rejillas de piso, y similares, debe descargar individualmente a una caja interceptora. Se exceptúan:

i) Los conjuntos de lavamanos/lavatorios instalados formando una batería de artefactos sanitarios colectivos, siempre que el ramal colectivo, que reúne los ramales de descarga de cada artefacto sanitario, cuente con un dispositivo de limpieza e inspección. El ramal colectivo deberá descargar siempre a una caja interceptora.

ii) Los lavamanos/lavatorios, de dos piletas.

iii) Los lavaplatos/piletas de cocina, simples y/o dobles (de dos piletas) cuyos efluentes deberán descargar en un desgrasador.

Tabla 9: Unidades de descarga hidráulica para artefactos sanitarios no contemplados en la tabla 8

Ramal de descarga. Diámetro nominal DN(mm)	UD
40	2
50	3
75	5
100	6

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 198)

4) Toda caja interceptora deberá conectarse al ramal de descarga del inodoro o a una bajante sanitaria a través de un ramal sanitario ventilado.

5) El diámetro mínimo de un ramal de descarga no deberá ser inferior a DN 40

6) Para el dimensionamiento de los ramales sanitarios debe ser utilizada la Tabla 10

Tabla 10: dimensionamiento de ramales sanitarios

Diámetro nominal(mm) DN	Número máximo de UD
40	3
50	6
75	20
100	160

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 200)

2.3.3.2. Bajante sanitaria

Conducto o tubería vertical que recibe las descargas de las aguas residuales de ramales sanitarios o ramales de descarga de un inmueble. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 198)

Tabla 11: dimensionamiento de bajantes sanitarios.

Diámetro nominal de la tubería (mm) DN	No. Máximo de unidades de descarga hidráulica UD	
	Edificios hasta 3 pisos	Edificios con mas de tres pisos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1900
200	2200	3600
250	3800	5600
300	6000	8400

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 200)

2.3.3.3. Colectores sanitarios

Tramo de tubería horizontal enterrada que, funcionando como conducto libre, recibe las contribuciones de las aguas residuales provenientes de las bajantes sanitarias,

ramales de descarga y ramales sanitarios del sistema de evacuación de aguas residuales de un inmueble.

Tabla 12: dimensionamiento de colectores de alcantarillado sanitario.

Diámetro nominal de la tubería (mm) DN	No. Máximo de unidades de descarga hidráulica			
	Pendientes mínimas %			
	0.5	1	2	4
100		180	216	250
150		700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
400	7000	8300	10000	12000

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 203)

2.3.3.4. Ventilación

Prolongación de la bajante sanitaria, en el punto de descarga del ramal sanitario de mayor elevación o cota, y que se extiende por encima de la cobertura de la vivienda o edificación hasta su contacto con la atmósfera.

Conjunto de tuberías y conexiones instalados con la finalidad de promover la ventilación secundaria del sistema domiciliario de recolección y evacuación de aguas residuales. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 206)

Tabla 13: dimensionamiento de columnas y colectores múltiples de ventilación

Diámetro nominal del	Unidades de descarga	Diámetro nominal mínimo de la tubería de ventilación (mm)								
		40	50	60	75	100	150	200	250	300

bajante sanitario (mm) DN	hidráulica ventiladas UD	Longitud máxima permitida m									
40	8	46									
40	10	30									
50	12	23	61								
50	20	15	46								
75	10	13	46	110	317						
75	21	10	33	82	247						
75	53	8	29	70	207						
75	102	8	26	64	189						
100	43	-	11	26	76	299					
100	140	-	8	20	61	229					
100	320	-	7	17	52	195					
100	530	-	6	15	46	177					
150	500	-	-	-	10	40	305				
150	1100	-	-	-	8	31	238				
150	2000	-	-	-	7	26	201				
150	2900	-	-	-	6	23	183				
200	1800	-	-	-	-	10	73	286			
200	3400	-	-	-	-	7	57	219			
200	5600	-	-	-	-	6	49	186			
200	7600	-	-	-	-	5	43	171			
250	4000	-	-	-	-	-	24	94	293		
250	7200	-	-	-	-	-	18	73	225		
250	11000	-	-	-	-	-	16	60	192		
250	15000	-	-	-	-	-	14	55	174		
300	7300	-	-	-	-	-	9	37	116	287	
300	13000	-	-	-	-	-	7	29	90	219	
300	20000	-	-	-	-	-	6	24	76	186	
300	26000	-	-	-	-	-	5	22	70	152	

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 207)

2.3.3.5. Artefactos sanitarios

- 1) Solo podrán instalarse artefactos sanitarios que permitan su fácil limpieza y remoción y que impidan los riesgos de contaminación del agua potable.
- 2) Los aparatos sanitarios deben satisfacer lo establecido en el presente Reglamento y las normas del IBNORCA.

Figure 6: artefactos sanitarios

DESCRIPCION	SIGLA
Bebedero	Bb
Caja desgrasadora	De
Caja interceptora	Cal
Calefón o gas	CG
Calefón eléctrico	CE
Calefón solar	CS
Ducha	Du
Grifo o llave de riego	Gr
Inodoro de bajo consumo	Ie
Inodoro ecológico	IE
Inodoro con válvula de descarga	Ip
Inodoro de tanque alto	Ia
Inodoro de tanque bajo	I
Inodoro turco	IT
Lavadora eléctrica/máquina de lavar	LE
Lavamanos/lavatorio	L
Lavandería/pileta de lavar	Lv
Lavaplatos/pileta de cocina	Lp
Registro de limpieza	Rg
Rejilla de piso	Rp
Tina de baño	B
Tina de hidromasaje	Bh
Urinario con válvula de descarga	Uf
Urinario corriente	U

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág.

50)

2.3.3.6. Dispositivos de inspección y limpieza

Toda tubería de aguas residuales debe ser accesible para su limpieza y mantenimiento, para lo cual se deberán emplear cámaras de inspección, registros de inspección o piezas especiales.

2.3.3.7. Cámaras de inspección

Cámara que permite realizar las tareas de inspección y mantenimiento de los colectores sanitarios, así como, facilitar los cambios de dirección, pendiente y tipo de material. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 190)

Tabla 14: cámaras de inspección. Dimensiones

Profundidad de la cámara (m)	Sección		Tapa	
	circular	cuadrada	circular	cuadrada
	Diámetro (m)	(mxm)	Diámetro (m)	(mxm)
Menor a 1,20	0,60	0,60 x 0,60	0,70	0,70 x 0,70
Entre 1,20-2,00	1,00	1,00 x 1,00	1,20	1,20 x 1,20
Mayor a 2,00	1,20		0,70	

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág.

217)

2.3.3.8. Cámaras de registro

Cámara que permite la inspección o limpieza de una bajante sanitaria y que se ubica al pie de una bajante, antes de su conexión con un colector sanitario. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 209)

2.4 SISTEMA PLUVIAL

2.4.1. ACCESORIO PLUVIAL

Elemento o pieza necesaria para la ejecución de obras civiles de las instalaciones domiciliarias de evacuación de aguas pluviales (uniones, cambios de dirección, derivaciones, reducciones, fijaciones, y otros similares). (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 267)

2.4.2. BAJANTE PLUVIAL

Tubería vertical o conducto que recibe las descargas de las aguas pluviales techos, tejados y/o terrazas de un inmueble. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 267)

2.4.3. INTENCIDAD Y PRECIPITACION

Cantidad de agua de lluvia que se precipita en una superficie durante un tiempo determinado, se expresa en mm/h. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 268)

2.4.4. DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento de un sistema domiciliario de drenaje pluvial comprende los siguientes

componentes:

- 1) Sumideros de piso
- 2) Canaletas
- 3) Bajantes pluviales
- 4) Colectores pluviales
- 5) Cámaras de Inspección
- 6) Cajas de paso

2.4.4.1. Caudales de diseño

Para la determinación del valor de la intensidad de la lluvia (mm/h) a ser considerada en el diseño se emplearán las ecuaciones de Intensidad – Duración – Frecuencia de la Norma

Boliviana NB 688. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 270)

Tabla 15: valores del coeficiente de escurrimiento “C”

Naturaleza de la superficie	Valores de C
Techos o cubiertas impermeables dependiendo del tipo de cobertura o superficie.	0,75 – 1,00*
Parques y jardines, dependiendo de la pendiente y características del suelo.	0,010- 0,20
Superficies asfaltadas (cemento asfáltica).	0,85 – 0,90
Superficies pavimentadas, dependiendo del tipo de revestimiento, con juntas selladas.	0,75 – 0,85
Superficies pavimentadas, dependiendo del tipo de revestimiento, con	0,50 – 0,70

juntas no selladas.	
Ingresos, pasillos empedrados de grava o gravilla.	0,15 – 0,30
Superficies no revestidas, patios de ingreso, terreno descampados.	0,10 – 0, 30

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 270)

La Tabla muestra los valores de intensidad de las lluvias en algunas ciudades de Bolivia calculados empleando las fórmulas desarrolladas por SENAMHI, para una duración de precipitación de 10 min y periodos de retorno de 2; 5 y 10 años.

Tabla 16: intensidad de lluvias en principales ciudades de Bolivia duración de 10 min.

Ciudad	Periodo de retorno en Años					
	T=2		T=5		T=10	
	i(mm/h)	i(L/s/m2)	i(mm/h)	i(L/s/m2)	i(mm/h)	i(L/s/m2)
La Paz	30	0,008	41	0,011	52	0,014
El Alto	29	0,008	35	0,010	41	0,011
Santa Cruz	86	0,024	111	0,031	135	0,037
Cochabamba	37	0,010	46	0,013	54	0,015
Trinidad	116	0,032	144	0,040	170	0,047

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 271)

En general, para viviendas y predios urbanos se recomienda emplear los valores de la Tabla para periodos de retorno de 5 a 10 años.

2.4.4.2. Sumideros de piso

- 1) Todo sumidero de piso tipo cernidor, deberá tener un diámetro de descarga no menor a la tubería de descarga a la que desemboca.
- 2) Los sumideros de piso tipo rejilla, instalados en una terraza o patio, deberán tener un área libre igual o mayor a dos veces el área de la tubería de descarga a la que se conectan.
- 3) Todo sumidero de piso de aguas pluviales en patios y terrazas deberá estar dotado de un sifón hidráulico. El diámetro del sifón deberá ser igual al diámetro de la bajante pluvial al cual está conectado o al del colector al que desemboca.
- 4) Las superficies de terrazas y patios deberán tener pendientes no menores al 1% con dirección a los sumideros o rejillas de piso. (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 271)

2.4.4.3. Canaletas

Los diámetros y secciones de canaletas se calcularán tomando en cuenta las áreas de drenaje en techos o cubiertas y la intensidad de las lluvias.

Tabla 17: área drenada. Canaletas de sección rectangular.

Dimensiones de la canaleta(mm)		Intensidad de la lluvia (mm/h)vs. Pendiente del conducto									
		50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
		Pdte. 0,25 %					Pdte. 0,50 %				
base	altura	Área drenada					Área drenada				
80	100	167	11	83	67	56	236	157	118	94	79
80	120	207	138	103	83	69	292	195	146	117	97
100	120	288	192	144	115	96	407	271	204	163	136
100	140	346	230	173	138	115	489	326	244	195	163
120	140	452	302	226	181	151	640	427	320	256	213

120	160	530	354	265	212	177	750	500	375	300	250
120	180	609	406	305	244	203	861	574	431	345	287
140	160	666	444	333	266	222	942	628	471	377	314
140	180	766	511	383	307	255	1084	723	542	434	361

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 273)

Para canaletas semicirculares y rectangulares, considerando el valor de $C = 1.0$, en función de la intensidad de las lluvias y el área de cubierta para diferentes pendientes. Para otros valores de la intensidad de la lluvia y pendientes, se podrán aplicar las fórmulas anteriores.

Tabla 18: área drenada. Canaletas de sección semicircular.

Dimensiones de la canaleta	Intensidad de la lluvia (mm/h) vs. Pendiente del conducto									
	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
DN	Pdte. 0,25 %					Pdte. 0,50 %				
mm	Área drenada					Área drenada				
100	75	50	37	30	25	106	71	53	42	35
125	136	90	68	54	45	192	128	96	77	64
150	221	147	110	88	74	312	208	156	125	104
175	333	222	166	133	111	471	314	235	188	157
200	475	317	238	190	158	672	448	336	269	224
250	861	574	431	345	287	1218	812	609	487	406

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 273)

2.4.4.4. Bajantes pluviales

Tabla 19: bajantes de aguas pluviales

Diámetro nominal de la bajante (mm) DN	Intensidad de la lluvia en mm/h					
	50	75	100	125	150	200
mm	Área servida en proyección horizontal (m ²)					
75	128	85	64	51	43	32
100	257	171	129	103	86	64
150	686	457	343	274	229	172
200	1377	918	688	551	459	344

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 274)

2.4.4.5. Colectores pluviales

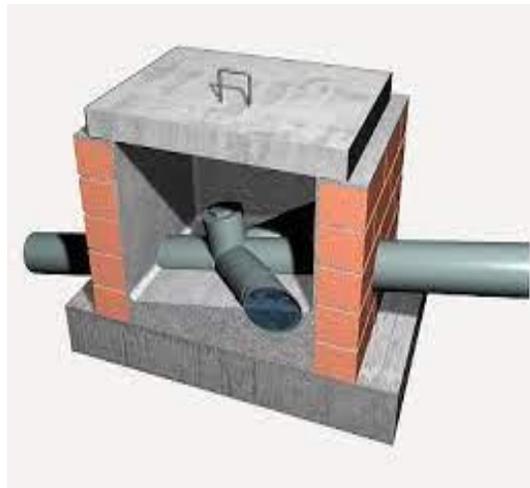
Los colectores pluviales deberán dimensionarse en función del área drenada del inmueble y de la intensidad de la lluvia considerada en el diseño. Los colectores pluviales reciben tanto la descarga de las bajantes pluviales como el escurrimiento superficial del suelo. El grado de escurrimiento superficial depende de factores tales como i) grado de impermeabilización de las superficies, ii) pendiente del suelo, iii) permeabilidad del suelo, etc.

El área drenada de techos y cubiertas será medida en su proyección horizontal.
(Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 274)

2.4.4.6. CAMARAS DE INSPECCION

destinada a permitir la inspección, limpieza, desobstrucción, unión, cambios de pendiente y cambios de dirección de las tuberías externas.

Figure 6: Cámara de inspección



Fuente:http://www.bolivia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Acondicionamiento_del_terreno/AS_Red_de_alcantarillado_sanitari/Camaras_de_inspeccion

CAPITULO 2

3. MARCO PRACTICO

3.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Vivienda familiar

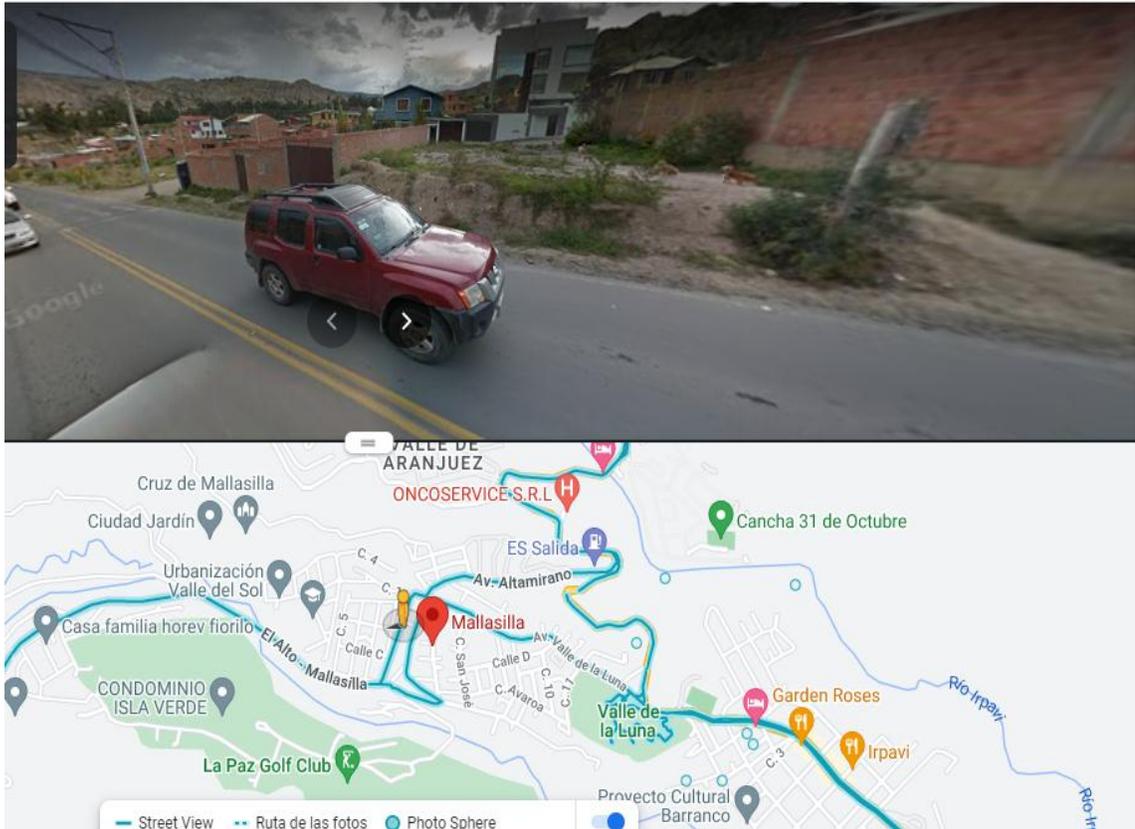
Zona Ex Fundo Mallasilla de la ciudad de La Paz.

Se caracteriza por tener una topografía muy marcada con pendientes altas y laderas empinadas, áreas reacondicionadas, numerosos barrancos con arrastre de suelos importantes y suelos de mala calidad.

- Localización: Departamento de La Paz, Altiplano, Bolivia, Sudamérica
- Latitud: $-16,5833^{\circ}$ o $16^{\circ} 35'$
- Sur Longitud: $-68,1167^{\circ}$ o $68^{\circ} 7'$
- Oeste Altitud: 3513 metros (11.526 pies)

Está ubicado al Sur del municipio de La Paz y limita al Este con el municipio de Palca, al Sur con el municipio de Mecapaca, al Norte con el macro distrito Sur y al Oeste con el municipio de Achocalla.

ÁREA GEOGRÁFICA	SUPERFICIE (En km ²)	POBLACIÓN(En número de personas)	DENSIDAD (En hab. por km ²)
Municipal de La Paz	3.020,2	925.365	306,4
Mallasilla	36,2	7.590	209,6



Fuente: google maps

3.1.2. DISPOSICION DE AMBIENTES

Tabla20: disposición de ambientes.

PLANTA 1	COCINA, SALA, LAVANDERIA Y PARRILLERO
PLANTA 2	TRES DORMITORIOS, SALA INTIMA Y BAÑO COMPARTDIDO
PLANTA 3	DORMITORIO, ESTAR INTIMO, AREA DE AMENIDADES
CUBIERTA	LOSA INACCESIBLE

Fuente: elaboración propia

3.2. CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

El diseño de la red de agua potable está basado en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias “RENISDA” del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, y

CAUDAL
VIVIENDA UNIFAMILIAR
URINARIOS E INODOROS NORMALES

ARTEFACTOS	N° DE ARTEFACTOS	UG	TOTAL UG
INODOROS	3	2,5	7.5
LAVAMANOS	5	1	5
DUCHAS	3	2	6
LAVAPLATOS	2	1,5	3
LAVANDERIA	1	1	1
TOTAL			22.5

disposiciones locales de la entidad competente.

Para la elección del tipo de sistema a tomar se verá los caudales y presiones necesarias para el sistema sanitario de la vivienda indicando la siguiente tabla:

Tabla 21: datos complementarios del sistema de red

Presión de llegada	20 m.c.a
Presión mínima para artefactos	2 m.c.a
Presión máxima para artefactos	40 m.c.a
Tipo de sistema	Directo con tanque elevado
Método de cálculo para caudales	Hunter
Método de cálculo para presión	Hazzen Williams

Fuente: elaboración propia

Ya que la zona cuenta con red de agua potable y la presión de 20 m.c.a. es garantizada, se instaló un sistema indirecto de alimentación, que atiende la demanda de la vivienda.

3.2.1. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

De acuerdo al cálculo de frecuencia de uso de las instalaciones y el reglamento, el volumen para este tipo de edificación viene dado por:

PLANILLA DE CALCULO – DOTACION DE AGUA POR DIA

NIVEL	TIPO	HABITANTES	DOTACION (Lts/hab. Día)	TOTAL DOTACION (Lts/hab. Día)
Planta 1	área común			
Planta 2	dormitorios	5	100	500
Planta 3	dormitorios	2	100	200

700

Fuente: elaboracion propia

Se adopta tanques tipo campeon de 650 lts, con las siguientes dimensiones:

$$H_{total} = 1.11 \text{ m.}$$

Diámetro = 0.92 m.

Tomando en cuenta los datos anteriores se toma la tasa de ocupación, dotaciones per cápita para vivienda urbana.

tabla 2: Dotación

Región	Altitud media msnm
Altiplano	3600 - 4000
Valles	500 - 3600
Llanos	100 - 500

Ciudades Menores: 2 000 - 10 000 habitantes
Ciudades Metropolitanas: > 50 000 habitantes

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones)

Hallamos el tamaño de localidad para la dotación mediante la tabla 2. Es una ciudad metropolitana.

Se adopta tanques tipo campeón de 650 litros, Con las siguientes dimensiones:

Figure 7: especificaciones técnicas tanques



CAPACIDAD (Lts)	PESO (Kg)	ANCHO	ALTO sin tapa (cm)	ALTO con tapa (cm)	ESPESOR (+/- 10%)
300	8	70	81.5	86	6
450	11	81	97	102	6,4
600	12,5	87	110,5	114	6,5
650	13	92	111	115	6,5
900	18	101	121	126	7
1200	23	119	142	146	7,5
1600	32	130	151	155,5	8
2300	45	139	167	174	9
2700	47	150	179	184	9,5
3000	50	157	185	188	9,7
3500	70	170	182	187	9,9
5000	110	181	231,5	235	12
7500	190	216	254	258,5	15
10000	270	234	270	270	16,5

Fuente: <https://plasticoscarmen.com/>

$$V \text{ total} = 650 \text{ lts/día}$$

3.2.2. TRAZO DE LA RED Y DE MONTANTES

El cálculo y dimensionamiento de las tuberías están diseñadas por el método de “gastos probables” de Hunter basado en las “unidades de gasto” (U.H.G.) que señala el reglamento, toda la red estará ejecutada en tuberías de PVC E – 40 o de polipropileno, el dimensionamiento de éstas se encuentra en las planillas de cálculo.

MONTANTE A:

N°	BLOQUE			ARTEFACTOS					
	PISO	DE	A	2	1	2,5	1,5	2	2,5
				Du	L	I	Lp	Lv	Gr
1	PB	1	2				1		
2	PB	2	3				1		
3	PB	3	4		1	1		1	1
4	1	4	5	1	2	1			
5	3	5	6	2					

MONTANTE B:

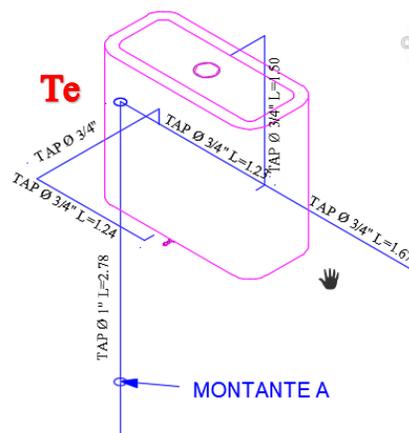
N°	BLOQUE			ARTEFACTOS					
	PISO	DE	A	2	1	2,5	1,5	2	2,5
				Du	L	I	Lp	Lv	Gr
1	TE	1	2	3	2	1			
2	3	2	3	1	2	1			
3	PB	3	4						1
4	PB	4	ME						

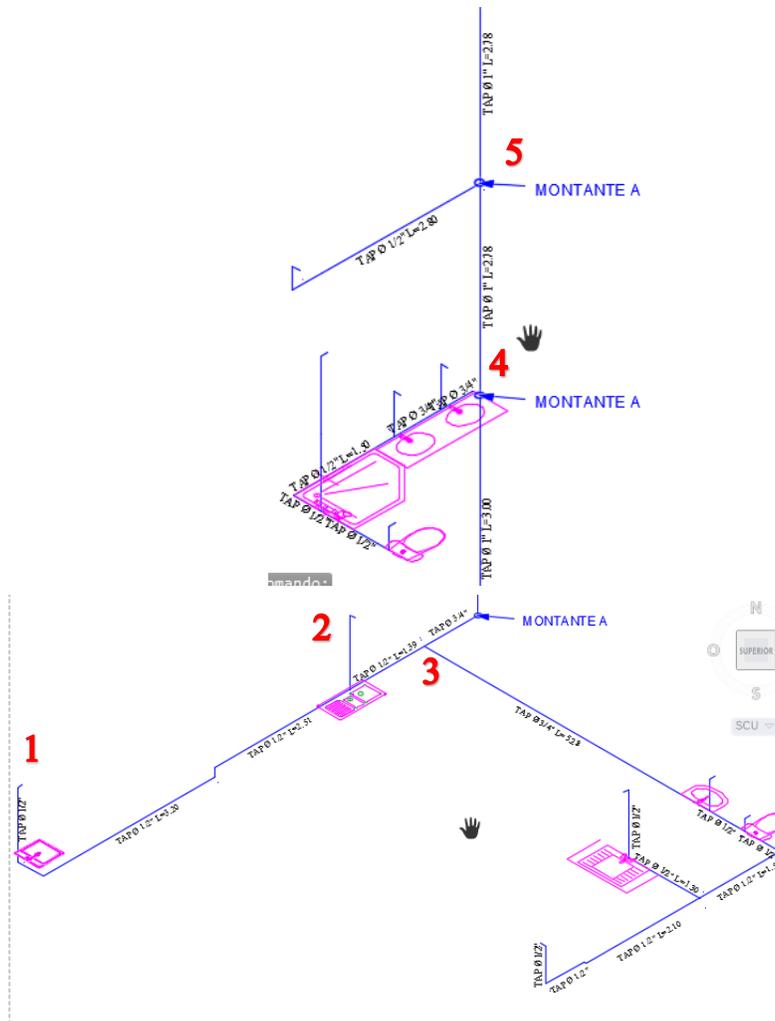
3.2.2.1. Montantes

Montante A: Red de distribución del tanque elevado a la vivienda

Montante B: red desde el medidor hasta el tanque elevado considerando en el tercer piso conexión directa.

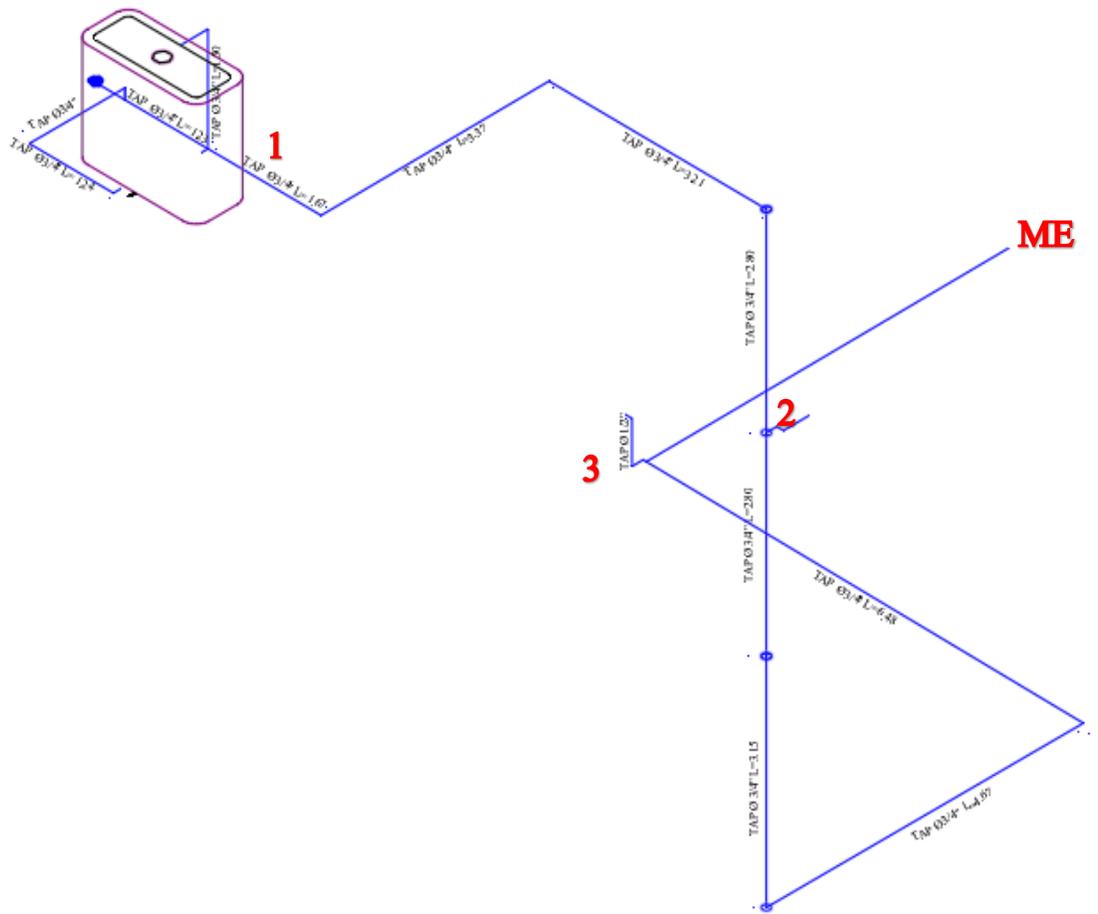
Figure 8: montante A





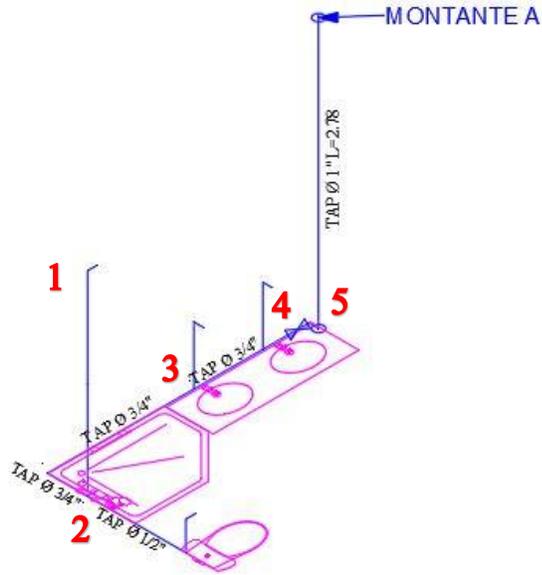
Fuente: elaboracion propia planos de referencia

Figure 9: montante B



Fuente: elaboracion propia planos de referencia

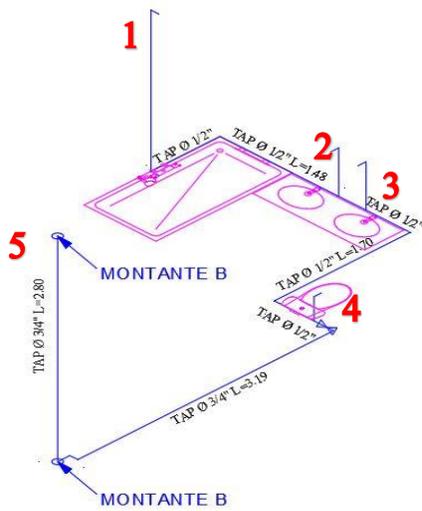
Figure 10: ISOMETRICO -MONTANTE A
PLANTA 2



Fuente: elaboracion referencia

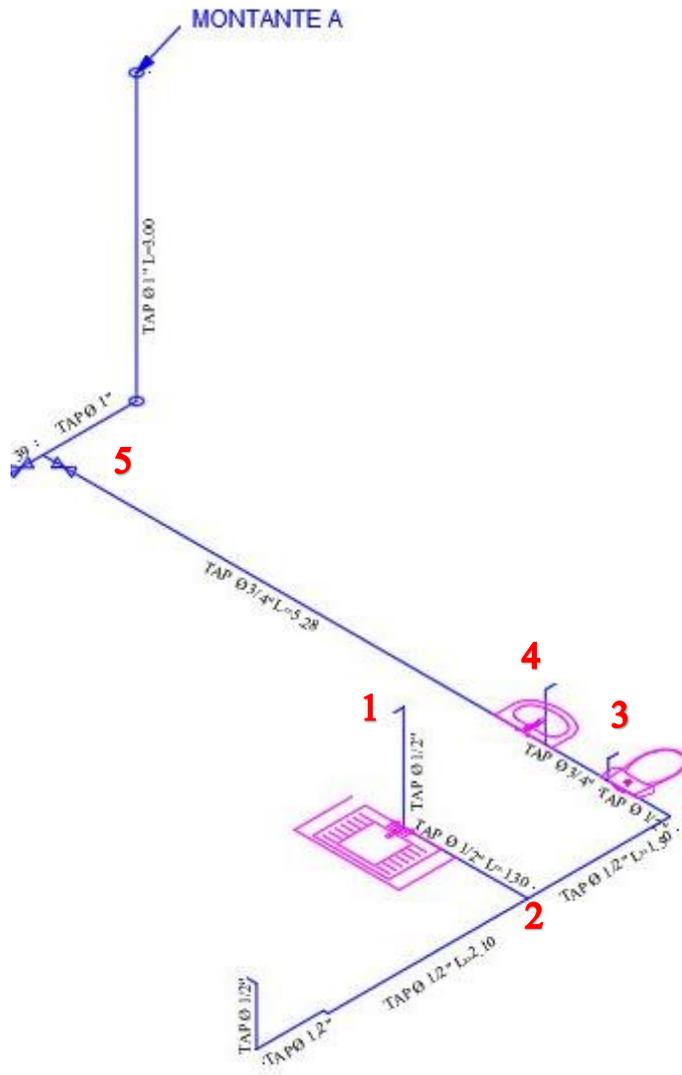
propia planos de

Figure 11: ISOMETRICO-PLANTA 3



Fuente: elaboracion propia planos de referencia

Figure 12: ISOMETRICO- PLANTA 1



Fuente: elaboracion propia planos de referencia

Figure 13: perdidas de carga localizadas en tuberías de fierro galvanizado

DIAMETRO NOMINAL mm	CODO 90°	CODO 45°	CURVA 90°	CURVA 45°	TE DIRECTA	TE 90° SALIDA LATERAL	TE 90° SALIDA BI-LATERAL	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDE	SALIDA DE CANAL	VÁLVULA DE PIE CICRIVA	VÁLVULA DE RETENCIÓN		LLAVE DE PASO GLOBO	LLAVE COMPUERTA ABIERTA	LLAVE ÁNGULO ABIERTO
												TIPO LIVIANA	TIPO PESADO			
DN																
15	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
100	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
150	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011, pág. 273)

PERDIDA DE CARGA POR LONGITUD DE TUBERIA

$$J = \frac{(100 * \frac{Q}{C})^{1,85}}{D^{4,87}} \times 0,3437$$

- Donde:
- Q= caudal en el tramo
 - D = diámetro del tramo
 - C = coeficiente del material
 - J = coeficiente de Hazen Williams

$$H_f = \sum (j \times L. \text{equivalente})$$

**3.2.3. RED DE AGUA POTABLE FRIA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
CALCULO DE DIAMETROS Y PERDIDAS EN LA MONTANTE**

PLANILLA DE CALCULO DE MONTANTE A

N°	BLOQUE			ARTEFACTOS						No UNIDADES		GASTO	DIAMETRO			VELOCIDAD	
	PISO	DE	A	2	1	2,5	1,5	2	2,5	PARCIAL	ACUM.	L/s	CALCULADO	ASUMIDO	m/s	verificacion	
				Du	L	I	Lp	Lv	Gr				pulg	pulg	mm		
1	PB	1	2				1			1,5	1,5	0,12	0,49	1/2	15,00	0,92	CUMPLE
2	PB	2	3				1			1,5	3	0,15	0,56	1/2	15,00	1,19	CUMPLE
3	PB	3	4		1	1		1	1	8	11	0,32	0,82	1	25,00	0,63	CUMPLE
4	1	4	5	1	2	1				6,5	17,5	0,45	0,97	1	25,00	0,89	CUMPLE
5	3	5	6	2						4	21,5	0,53	1,05	1	25,00	1,05	CUMPLE

LONGITUD										PERDIDA DE CARGA		DESNIVEL	PRES. RES.	NUDO	
NETA	EQUIVALENCIA								EQU.	TOTAL	unitario	TOTAL	m		m
	nº	Llp	nº	codo	nº	tee	nº	Val			J	Hf			
7,47		0,1	4	1,1		2,3			4,4	11,87	0,10184	1,2089	1,2	10,39	1
1,39		0,1		1,1	1	2,3			2,3	3,69	0,16178	0,5970	0	12,80	2
3,96		0,3	1	1,5	1	3,1			4,6	8,56	0,02259	0,1934	0	13,40	3
2,8		0,3		1,5	1	3,1			3,1	5,9	0,04259	0,2513	3	10,59	4
2,8	1	0,3	1	1,5	1	3,1			4,9	7,7	0,05703	0,4392	5,8	8,04	5
													8,6	5,68	TE

Fuente: elaboración propia

PLANILLA DE CALCULO MONTANTE B

N°	BLOQUE			ARTEFACTOS						No UNIDADES		GASTO	DIAMETRO			VELOCIDAD	
	PISO	DE	A	2	1	2,5	1,5	2	2,5	PARCIAL	ACUM.	L/s	CALCULADO	ASUMIDO		m/s	verificacion
				Du	L	I	Lp	Lv	Gr				pulg	pulg	mm		
1	TE	1	2	3	2	1				10,5	10,5	0,31	0,80	3/4	20,00	1,09	CUMPLE
2	3	2	3	1	2	1				6,5	17	0,44	0,96	3/4	20,00	1,55	CUMPLE
3	PB	3	4						1	2,5	19,5	0,49	1,01	3/4	20,00	1,73	CUMPLE
4	PB	4	ME														

LONGITUD										PERDIDA DE CARGA		DESNIVEL	PRES. RES.	NUDO	
NETA	EQUIVALENCIA								EQU.	TOTAL	unitario	TOTAL	m		m
	nº	Llp	nº	codo	nº	tee	nº	Val			J	Hf			
11,05	1	0,2	3	1,2		2,4			3,8	14,85	0,08628	1,2813	8,6	5,68	TE
17,1		0,2	2	1,2	1	2,4			4,8	21,9	0,16597	3,6347	5,8	9,76	2
5,35	1	0,2		1,2	1	2,4			2,6	7,95	0,20146	1,6016	0,4	18,80	3
													0	20,00	ME

Fuente: elaboración propia

PLANILLA DE CÁLCULO MONTANTE B PLANTA 3

N°	BLOQUE			ARTEFACTOS						No UNIDADES		GASTO	DIAMETRO			VELOCIDAD	
	PISO	DE	A	2	1	2,5	1,5	2	2,5	PARCIAL	ACUM.	L/s	CALCULADO	ASUMIDO		m/s	verificacion
				Du	L	I	Lp	Lv	Gr				pulg	pulg	mm		
1	TE	1	2	1						2	2	0,13	0,52	1/2	15,00	1,01	CUMPLE
2	TE	2	3		1					1	3	0,15	0,56	1/2	15,00	1,19	CUMPLE
3	TE	3	4		1					1	4	0,17	0,60	1/2	15,00	1,36	CUMPLE
4	TE	4	5			1				2,5	6,5	0,23	0,69	3/4	20,00	0,79	CUMPLE
5	TE	5	Me						1	2,5	9	0,28	0,76	3/4	20,00	0,98	CUMPLE

LONGITUD									PERDIDA DE CARGA		DESNIVEL	PRES. RES.	NUDO		
NETA	EQUIVALENCIA								EQU.	TOTAL	unitario	TOTAL		m	m
	nº	Llp	nº	codo	nº	tee	nº	Val			J	Hf			
4,34	1	0,1	3	1,1		2,3			3,4	7,74	0,12048	0,9325	8,35	2,00	1
0,34		0,1		1,1	1	2,3			2,3	2,64	0,16178	0,4271		11,28	2
2,75		0,1	2	1,1	1	2,3			4,5	7,25	0,20823	1,5097		11,71	3
20,79		0,2	6	1,2	1	2,4			9,6	30,39	0,04795	1,4573		13,22	4
5,35	1	0,2		1,2	1	2,4			2,6	7,95	0,07085	0,5633		14,68	5
														15,24	

Fuente: elaboración propia

PLANILLA DE CÁLCULO MONTANTE A PLANTA 2

N°	BLOQUE			ARTEFACTOS						No UNIDADES		GASTO	DIAMETRO			VELOCIDAD	
	PISO	DE	A	2	1	2,5	1,5	2	2,5	PARCIAL	ACUM.	L/s	CALCULADO	ASUMIDO	m/s	verificacion	
				Du	L	I	Lp	Lv					pulg	pulg	mm		
1	7	1	2	1						2	2	0,13	0,52	1/2	15,00	1,01	CUMPLE
2	7	2	3			1				2,5	4,5	0,18	0,62	3/4	20,00	0,64	CUMPLE
3	7	3	4		1					1	5,5	0,20	0,65	3/4	20,00	0,72	CUMPLE
4	7	4	5		1					1	6,5	0,23	0,69	3/4	20,00	0,79	CUMPLE
5	7	5	6														

LONGITUD										PERDIDA DE CARGA		DESNIVEL	PRES. RES.	NUDO	
NETA	EQUIVALENCIA								EQU.	TOTAL	unitario	TOTAL	m		m
	nº	Llp	nº	codo	nº	tee	nº	Val		J	Hf		NIVEL 7		
2	1	0,1	1	1,1		2,3			1,2	3,2	0,12048	0,3855	2	7,73	1
1,89		0,2		1,2	2	2,4			4,8	6,69	0,03239	0,2167		10,11	2
0,69		0,2		1,2	1	2,4			2,4	3,09	0,03985	0,1231		10,33	3
0,46		0,2		1,2	1	2,4			2,4	2,86	0,04795	0,1371		10,45	4
														10,59	5

Fuente: elaboración propia

PLANILLA DE CÁLCULO MONTANTE A PLANTA

N°	BLOQUE			ARTEFACTOS						No UNIDADES		GASTO L/s	DIAMETRO			VELOCIDAD	
	PISO	D E	A	2	1	2,5	1,5	2	2,5	PARCIA L	ACUM .		CALCULADO	ASUMIDO		m/s	verificacion
				Du	L	I	Lp	Lv	G R			pulg	pul g	mm			
1	7	1	2					1		2	2	0,13	0,52	1/2	15,0 0	1,0 1	CUMPLE
2	7	2	3						1	2,5	4,5	0,18	0,62	1/2	15,0 0	1,4 5	CUMPLE
3	7	3	4			1				2,5	7	0,24	0,70	3/4	20,0 0	0,8 3	CUMPLE
4	7	4	5		1					1	8	0,26	0,73	3/4	20,0 0	0,9 1	CUMPLE

LONGITUD									PERDIDA DE CARGA		DESNIVEL	PRES. RES.	NUDO		
NETA	EQUIVALENCIA								EQU.	TOTAL	unitario	TOTAL		m	m
	nº	Llp	nº	codo	nº	tee	nº	Val		J	Hf		NIVEL 7		
2,5	1	0,1	1	1,1		2,3			1,2	3,7	0,12048	0,4458	1,2	9,83	1
2,15		0,1	1	1,1	1	2,3			3,4	5,55	0,23331	1,2949		11,47	2
0,66		0,2		1,2	1	2,4			2,4	3,06	0,05224	0,1598		12,77	3
5,28		0,2		1,2	1	2,4			2,4	7,68	0,06125	0,4704		12,93	4
														13,3986	5

Fuente: elaboración propia

3.3. SISTEMA SANITARIO

El sistema colector sanitario está compuesto por colectores de aguas sanitarias provenientes de los baños y las bajantes sanitarias y colectores horizontales serán ejecutados en tuberías de PVC Clase 9 o de polipropileno.

Estos colectores llegan a una red de cámaras de registro y de inspección las que posteriormente se conectan al alcantarillado público mediante tuberías.

3.3.1 CÁLCULO DE BAJANTES Y VENTILACIÓN

Tabla 2.1. Unidades de Descarga Hidráulica de artefactos sanitarios. Método de Hunter

Artefacto sanitario	Unidades de Descarga Hidráulica UD	Ramal de descarga. Diámetro nominal (mm) DN
Inodoro corriente	6	100
Tina de residencial	2	40
Bebedero	0,5	40
Bidet	1	40
Ducha de residencia	2	40
Ducha pública - colectiva	4	40
Lavamanos residencial	1	40
Lavamanos de uso general	2	40
Urinario c/válvula de descarga	6	75
Urinario c/tanque de descarga	5	50
Urinario c/ descarga automática	2	40
Urinario tipo canal corrido p/m.	2	50
Lavaplatos de residencia	3	50
Pileta de servicio	5	75
Pila de cocina industrial - preparación	3	50
Pila de cocina industrial - lavado	4	50
Lavandería	3	40
Máquina de lavar platos	2	50**
Máquina de lavar ropa	3	50**

UD

D=100

240 UD (HASTA 3 PISOS)

500 UD (MAS DE 3 PISOS)

Tabla 2.9. Cámaras de inspección. Dimensiones

Profundidad de la cámara (m)	Sección		Tapa	
	Circular	Cuadrada	Circular	Cuadrada
	Diámetro (m)	(m x m)	Diámetro (m)	(m x m)
Menor a 1,20	0,60	0,60 x 0,60	0,70	0,70 x 0,70
Entre 1,20 - 2,00	1,00	1,00 x 1,00	1,20	1,20 x 1,20
Mayor a 2,00	1,20		0,70	

Tabla 2.4. Dimensionamiento de bajantes sanitarias

Diámetro nominal de la tubería (mm) DN	No. máximo de Unidades de Descarga Hidráulica UD	
	Edificios hasta 3 pisos	Edificios con más de tres pisos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1 900
200	2 200	3 600
250	3 800	5 600
300	6 000	8 400

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011)

3.3.2. PLANILLA DE CALCULO - BAJANTES SANITARIAS

Bajante	Piso	2	1	6	3		3		1	Adpar	Ud acum	D Bajan	D venti	OBS.
		Du	L	I	Lp	Gr	Lv	Lva	Rp					
BS-1	PLANTA 3	1							1	3	3	4"	4"	VEN. ALINEADA
	PLANTA 2	1	2	1					1	11	14			
BS-1	PLANTA 3	1	2	1						10	10	4"	4"	VEN. ALINEADA

3.3.3. PLANILLA DE CALCULO - ALCANTARILLADO SANITARIO

TRAMO		UNIDAD DE DESCARGA			DIAMETRO	PENDIENTE	N° MAX UD	OBS.
De	A	PARCIAL		ACUM	PULG			
CI-1	CI-2	1Lp+1Rp+=1+3		4	4"	2%	240	Enterrada
CI-2	CI-3	1Lp+3Rp+1Lv+1I+1L+B1+CI1=3+3+3+6+1+14+4		34	4"	2%	240	Enterrada
CI-3	RED	CI2+B2=34+10		44	4"	2%	240	Enterrada

3.4. SISTEMA PLUVIAL

El sistema de drenaje pluvial es colectado a nivel de cubiertas, techos y terrazas mediante sistema de canaletas y/o redes horizontales de tuberías y sumideros, de allí son conducidos mediante bajantes hasta el nivel del terreno, desde donde mediante sistema de colectores son evacuadas hacia el alcantarillado público.

Los diámetros de bajantes y redes horizontales para aguas pluviales se han determinado en función del área servida y de la intensidad de lluvia considerada en el diseño.

3.4.1. PLANILLA DE CALCULO - BAJANTES PLUVIALES

INTENSIDAD=52 CIUDAD DE LAPAZ, PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS

i=	52	[mm/hr]				
Nº BAJANTE	AREA APORTE (M2)	AREA ADMITIDA (M2)	D BAJANTE	DIMENSION CANALETA	PENDIENTE CANALETA	OBSERVACIONES
BP 1	20,14	168	3"	80x100	0,25%	Rectangular
BP 2	33,29	168	3"	80x100	0,25%	Rectangular

Fuente: elaboración propia

3.4.2. CALCULO DE CANALETAS

Diámetro nominal de la bajante (mm) DN	Intensidad de la lluvia en mm/h					
	50	75	100	125	150	200
mm	Área servida en proyección horizontal (m ²)					
75	128	85	64	51	43	32
100	257	171	129	103	86	64
150	686	457	343	274	229	172
200	1 377	918	688	551	459	344

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011)

Ciudad	Periodo de Retorno en Años					
	T = 2		T = 5		T = 10	
	i(mm/h)	i(L/s/m ²)	i(mm/h)	i(L/s/m ²)	i(mm/h)	i(L/s/m ²)
La Paz	30	0,008	41	0,011	52	0,014
El Alto	29	0,008	35	0,010	41	0,011
Santa Cruz	86	0,024	111	0,031	135	0,037
Cochabamba	37	0,010	46	0,013	54	0,015
Trinidad	116	0,032	144	0,040	170	0,047

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011)

Dimensiones de la canaleta (mm)		Intensidad de la lluvia (mm/h) Vrs. Pendiente del conducto									
		50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
Base	Altura	Pdte. 0,25%					Pdte. 0,50%				
		Área drenada (m2)					Área drenada (m2)				
80	100	167	111	83	67	56	236	157	118	94	79
80	120	207	138	103	83	69	292	195	146	117	97
100	120	288	192	144	115	96	407	271	204	163	136
100	140	346	230	173	138	115	489	326	244	195	163
120	140	452	302	226	181	151	640	427	320	256	213
120	160	530	354	265	212	177	750	500	375	300	250
120	180	609	406	305	244	203	861	574	431	345	287
140	160	666	444	333	266	222	942	628	471	377	314
140	180	766	511	383	307	255	1 084	723	542	434	361

Fuente: (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, 2011)

3.4.3. CALCULO DE DRENAJE PLUVIAL

Para una intensidad de lluvia de:

$$I=52 \text{ mm/h}$$

promedio en la ciudad de La Paz y una pendiente

$$\text{PENDIENTE}=2\%$$

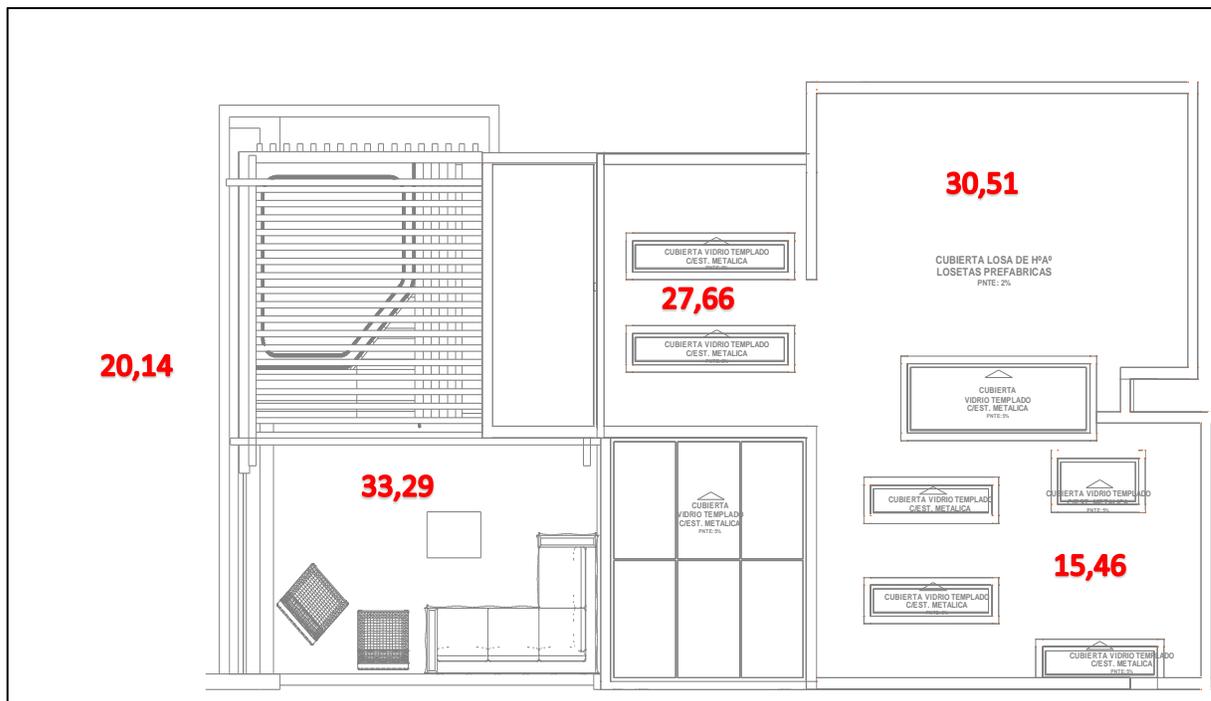
con un área de recolección de

$$\text{AREA}= 257 \text{ m}^2$$

máximo la tubería de conductos horizontales es de $D = 4''$ y para 200 m² las tuberías horizontales son de $D = 4''$

i=	52	[mm/hr]	
Nº BAJANTE	AREA APORTE (M2)	AREA ADMITIDA (M2)	D BAJANTE
BP 1	27,66	128	3"
BP 2	30,51	128	3"
BP 3	15,46	128	3"

Fuente: elaboración propia



4. CONCLUSIONES

El diseño presentado cumple de agua potable cumple con las presiones y caudales establecidos por el reglamento utilizando el sistema directo con tanque elevado para en caso de emergencia.

El diseño de sistema alcantarillado sanitario cumple con el reglamento de instalaciones sanitarias con 44 unidades de descarga y un diámetro óptimo de 4 pulgadas.

El diseño de sistema pluvial tiene un área de aporte 200m² con un diámetro óptimo de 4 pulgadas hacia la red cumple con todo lo propuesto bajo norma.

5. RECOMENDACIONES

En atención a las características del terreno para el escurrimiento de las aguas su superficiales, que sean captadas mediante drenes, al pie de los muros de contención, con tubería perforada y conducidas al nivel de la calle por la parte más .

6. BIBLIOGRAFÍA

- MMAyA. (2004). *RENISDA*. LA PAZ .
- Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias. (2011). La paz: tercera revision.
- DE CAMPO, N. D. C. A. El proceso de modificación de la Norma Boliviana NB 688.
- Romero, N. W. B. (2022). Métodos de estimación del caudal máximo probable de redes hidrosanitarias para edificaciones de oficinas de la ciudad de potosí-bolivia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 5630-5647.
- Ortega García, J. (1968). *Instalaciones sanitarias en viviendas*. Ediciones Ceac.
- MÍNIMAS, C., & DE CALIDAD, Y. H. NORMAS TECNICAS DE VIVIENDA.

7. ANEXOS