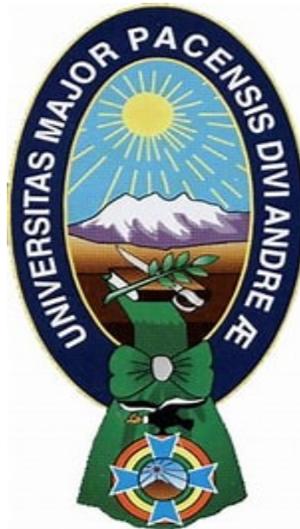


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**

**FACULTAD DE TECNOLOGIA**

**CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES**



**DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES  
SANITARIAS DEL PALACIO CONSISTORIAL DE SAN  
PEDRO DE CURAHUARA**

**TRABAJO DE APLICACIÓN DE EXAMEN DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE LICENCIATURA**

**POR: CINDY GLADYS LAZCANO AGUILAR**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Sra. Lucrecia Aguilar y Sr. Edwin Lazcano, por darme su apoyo y su amor incondicional para seguir adelante, que guiaron mis pasos con sabiduría, perseverancia y sacrificio.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiar mi vida, por darme  
sabiduría a lo largo de la carrera.

A la Universidad Mayor de San Andrés,  
a la Facultad de Tecnología y a la Carrera  
Construcciones Civiles, por haberme  
formado durante los años de estudio.

A mis tribunales Ing. María N. Otero  
Valle y Ing. Cándida Yris Vásquez  
Torres, por el apoyo y valioso tiempo  
empleado para la obtención del trabajo de  
aplicación.

A mis hermanas Milenka Lazcano y  
Verónica Lazcano quienes confiaron en  
mí y me brindaron su apoyo.

A Nelson Vino, por su apoyo y confianza  
que me dio todo este tiempo.

## INDICE

<b>CAPITULO 1</b> .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO .....	1
1.3. OBJETIVOS .....	1
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	1
1.3.2. OBJETIVO ESPECIFICO .....	1
<b>CAPITULO 2</b> .....	<b>2</b>
2. MARCO TEORICO .....	2
2.1. AGUA POTABLE .....	2
2.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL DOMICILIARIO .....	2
2.3. ALCANTARILLADO SANITARIO DOMICILIARIO .....	2
2.4. ARTEFACTO SANITARIO .....	2
2.5. COLECTOR PÚBLICO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL .....	3
2.6. COLECTOR PÚBLICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	3
2.7. CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE .....	3
2.8. CONEXIÓN DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	3
2.9. CONEXIÓN DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL .....	3
2.10. DIÁMETRO NOMINAL (DN) .....	4
2.11. INMUEBLE SIRVIENTE .....	4
2.12. INMUEBLE SERVIDO .....	4
2.13. INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE .....	4
2.14. INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS .....	4
2.15. INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE DRENAJE PLUVIAL .....	5
2.16. RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	5
2.17. RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL .....	5
2.18. RED PÚBLICA DE AGUA POTABLE .....	5
2.19. TUBERIAS DE PVC .....	6
2.20. CAUDAL .....	6
2.21. PRESIÓN DE SERVICIO .....	6
2.22. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO .....	6
2.23. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO INDIRECTO .....	6
2.24. TANQUE ELEVADO .....	6

2.25. TUBERÍA DE AGUA POTABLE FRÍA .....	6
2.26. DOTACION .....	7
2.27. VELOCIDADES .....	7
2.28. PRESIONES .....	7
2.29. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE FRÍA .....	8
2.30. ESTIMACIÓN DE CONSUMO MÁXIMO PROBABLE .....	8
2.31. ASIGNACIÓN DE UNIDADES DE GASTO POR ARTEFACTO SANITARIO (UG). MÉTODO DE HUNTER .....	9
2.32. ASIGNACIÓN DE UNIDADES DE GASTO PARA UN CONJUNTO DE ARTEFACTOS SANITARIOS. MÉTODO DE HUNTER .....	10
2.33. PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS (HF).....	10
2.34. AGUA GRISES .....	11
2.35. AGUAS NEGRAS .....	11
2.36. AGUAS RESIDUALES .....	11
2.37. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS .....	11
2.38. AGUAS SERVIDAS .....	11
2.39. BAJANTE SANITARIA .....	12
2.40. AGUAS PLUVIALES.....	12
2.41. BAJANTE PLUVIAL .....	12
2.42. CANALETAS .....	12
2.43. PERDIDA DE CARGA .....	12
2.43. METODO HAZEN WILLIAMS .....	12
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>14</b>
3. INSTALACION SANITARIA DEL PALACIO CONSISTORIAL EN SAN PEDRO DE CURAHUARA .....	14
3.1. LOCALIZACION .....	14
<b>CAPITULO 4 .....</b>	<b>18</b>
4.MEMORIA DE CALCULO.....	18
4.1. DESCRIPCIÓN:.....	18
4.2. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS LOCAL: .....	18
4.3. AGUA POTABLE.....	18
4.4. ALCANTARILLADO SANITARIO .....	19
4.5. ENERGÍA ELÉCTRICA.....	19

4.6. CÁLCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO .....	19
4.7. DOTACION .....	19
4.7.1. CALCULO DE LA DOTACION.....	19
4.8. CALCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE ELEVADO .....	20
4.9. ACOMETIDA AL TANQUE CISTERNA.....	21
4.10. VERIFICACION DEL DIAMETRO Y VELOCIDADES SEGÚN HAZEN WILLIAMS .....	21
4.11. VELOCIDADES LIMITES PARA ADUCCION.....	22
4.12. VERIFICACION DE LA PRESION DE ENTRADA AL TANQUE CISTERNA....	22
4.13. CALCULO DE PRESIONES DE ENTRADA AL TANQUE CISTERNA.....	23
4.14. SISTEMA DE IMPULSION.....	23
4.14.1. TIEMPO DE LLENADO DEL $TE = 2H$ .....	23
4.14.2. TUBERIA DE IMPULSION SEGÚN BRESSE.....	24
4.14.3. VERIFICACION DE TUBERIA DE IMPULSION- HAZZEN WILLIAMS.....	24
4.14.5. POTENCIA DE LA BOMBA .....	25
4.14.6. CÁLCULO DE LA PERDIDA DE CARGA SUCCIÓN (D=1").....	25
4.14.7. CÁLCULO DE LA PERDIDA DE CARGA IMPULSION (D=3/4") .....	26
4.14.8. ALTURA MANOMÉTRICA.....	27
4.14.9. POTENCIA DE LA BOMBA .....	27
4.15. RED DE DISTRIBUCION.....	28
4.15.1. CALCULO DEL DIAMETRO, VELOCIDADES Y PERDIDA DE CARGA AL ARTEFACTO MAS DESFAVORABLE .....	28
4.15.2. CALCULO DE LAS LONGITUDES EQUIVALENTE.....	32
4.15.3. CALCULO DE LA PRESION DEL ARTEFACTO MAS DESFAVORABLE .....	33
4.16. AGUAS RESIDUALES .....	34
4.16.1. CALCULO DE LAS EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES SANITARIOS Y PLUVIALES .....	34
4.16.2. CALCULO DE BAJANTES SANITARIAS .....	34
4.17. CÁLCULO DE LOS COLECTORES SANITARIOS.....	35
4.18. AGUAS PLUVIALES.....	37
4.18.1. CALCULO DE EVACUACION DE LAS AGUAS PLUVIALES .....	37
4.18.2. CALCULO DE CANALETAS .....	38
4.19. CALCULO DE BAJANTES PLUVIALES .....	39

<b>CAPITULO 5</b> .....	<b>41</b>
5. CONCLUSIONES.....	41
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>42</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>43</b>

## **RESUMEN**

El presente trabajo de aplicación, tiene como principal objetivo realizar el Diseño y Cálculo de las instalaciones sanitarias del Palacio Consistorial de San Pedro de Curahuara. Ubicado en La Ciudad de La Paz, Provincia Gualberto Villarroel, Municipio San Pedro de Curahuara.

Para su realización de Diseño y Calculo se ha regido el desarrollo de este proyecto por la norma Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA y Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable, Se realizo los planos correspondientes los cuales me ayudaron a observar detalles en los tramos de la red y conexiones para realizar los cálculos necesarios, para posteriormente determinar los siguientes datos.

Se determino la perdida de carga al artefacto más desfavorable, el Cálculo del tanque elevado, Cálculo del tanque cisterna, Cálculo de la potencia bomba y la instalación de agua potable.

Teniendo en cuenta que el Lote de Terreno destinado a la implementación del proyecto no cuenta con el sistema de alcantarillado sanitario se realizó el diseño y cálculo de la instalación del alcantarillado, bajantes sanitarias y pluviales.

Con los datos obtenidos se concluyó que de acuerdo a norma se cumplió con todo lo requerido.

## **ABSTRACT**

The main objective of this application work is to carry out the Design and Calculation of the sanitary facilities of the San Pedro de Curahuara Town Hall. Located in the City of La Paz, Gualberto Villarroel Province, San Pedro de Curahuara Municipality.

For its realization of Design and Calculation, the development of this project has been governed by the National Regulation of Home Sanitary Installations RENISDA and Regulation\_National\_NB\_689 Technical Design Regulations for Drinking Water Systems, the corresponding plans were made which helped me to observe details in the sections of the network and connections to perform the necessary calculations, to subsequently determine the following data.

The loss of load to the most unfavorable device, the calculation of the elevated tank, the calculation of the tank tank, the calculation of the pump power and the installation of drinking water were determined.

Taking into account that the Lot of Land destined for the implementation of the project does not have a sanitary sewer system, the design and calculation of the sewer installation, sanitary and storm drains was carried out.

With the data obtained, it was concluded that according to the standard, everything required was fulfilled.



## **CAPITULO 1**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El proyecto “PALACIO CONSISTORIAL SAN PEDRO DE CURAHUARA”, no cuenta con el diseño de instalación sanitaria que garantice las necesidades básicas de servicio, la buena higiene y salud dentro de la infraestructura.

### **1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

En relación al problema planteado, se busca el diseño y buen funcionamiento del sistema sanitario, que cumpla con los parámetros requeridos que se detallan en el “REGLAMENTO NACIONAL DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS (RENISDA)”.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el diseño y cálculo del sistema sanitario del proyecto “Construcción palacio consistorial San Pedro de Curahuara.

#### **1.3.2. OBJETIVO ESPECIFICO**

- Determinar la pérdida de carga al artefacto más desfavorable.
- Cálculo del tanque elevado.
- Cálculo del tanque cisterna
- Cálculo de la potencia bomba
- Realizar el diseño y cálculo de la instalación de agua potable.
- Realizar el diseño de instalación de alcantarillado.
- Calcular las bajantes sanitarias y pluviales.

## **CAPITULO 2**

### **2. MARCO TEORICO**

#### **2.1. AGUA POTABLE**

Aquella que, por sus características organolépticas, físico-químicas, microbiológicas y radiactivas, se considera apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido en la NB 512 y el presente Reglamento.

#### **2.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL DOMICILIARIO**

Conductos o tuberías horizontales, cámaras de inspección, cámaras de registro, cámaras de paso, y obras similares interiores, destinadas a evacuar las aguas pluviales de un inmueble hasta la primera cámara de inspección domiciliaria.

#### **2.3. ALCANTARILLADO SANITARIO DOMICILIARIO**

Conductos o tuberías horizontales, cámaras de inspección, cámaras de registro, cámaras de paso, y obras similares interiores, destinadas a evacuar las aguas residuales de un inmueble hasta la primera cámara de inspección domiciliaria.

#### **2.4. ARTEFACTO SANITARIO**

Elemento de la instalación domiciliaria de uso funcional directo (inodoro, lavamanos, ducha, tina de baño, urinario, lavaplatos, lavandería, pileta de servicio, máquina automática de lavar ropa, máquina automática de lavar platos, vajilla, rejilla de piso, caja interceptora, cámara o caja desgrasadora, grifo o pileta de jardín y similares) acorde a las características del inmueble y que cumplen con los términos y condiciones del presente reglamento.

1

---

<sup>1</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

## **2.5. COLECTOR PÚBLICO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

Tubería o conducto del sistema de drenaje pluvial correspondiente al servicio público de alcantarillado pluvial, cunetas y/o canales de drenaje, destinado a recibir las descargas o efluentes pluviales de un inmueble.

## **2.6. COLECTOR PÚBLICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

Tubería o conducto del alcantarillado sanitario público ubicado en las vías de acceso urbanas destinado a recibir las descargas o efluentes sanitarios de un inmueble.

## **2.7. CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE**

Las obras civiles necesarias desde la conexión con la red pública de agua potable hasta el medidor de agua o hidrómetro situado en el límite de propiedad del inmueble.

## **2.8. CONEXIÓN DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

Las obras civiles necesarias, que comprenden el tramo entre la red pública de recolección de aguas residuales y la primera cámara de inspección domiciliaria del inmueble.

## **2.9. CONEXIÓN DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

Las obras civiles necesarias, que comprenden el tramo entre la red pública de recolección de aguas pluviales y la primera cámara de inspección domiciliaria del inmueble.

2

---

<sup>2</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

## **2.10. DIÁMETRO NOMINAL (DN)**

Número que expresa la dimensión comercial o normalizada de los conductos, tuberías y accesorios expresado en milímetros. Es aproximadamente equivalente al diámetro interno de la tubería o accesorio. Es la dimensión comercial o normalizada de los conductos, tuberías y accesorios en milímetros.

## **2.11. INMUEBLE SIRVIENTE**

Inmueble a través del cual se instalan conductos o tuberías de agua potable, alcantarillado sanitario y/o pluvial para facilitar el acceso de otro inmueble a la prestación de servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario y/o alcantarillado pluvial.

## **2.12. INMUEBLE SERVIDO**

Inmueble que por su situación topográfica requiere el derecho de paso, a través de una propiedad o varias propiedades colindantes, para acceder a los servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario y/o pluvial.

## **2.13. INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE**

Se consideran aquellas obras interiores necesarias para dotar a un inmueble de los servicios de agua potable. Comprenden las obras civiles como: redes de distribución, tanques de almacenamiento, montantes de agua, artefactos sanitarios, etc., situadas entre la salida del hidrómetro o medidor hasta los artefactos sanitarios.

## **2.14. INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS**

Se consideran aquellas obras interiores necesarias para dotar a un inmueble, de los servicios de agua potable, evacuación de aguas residuales y drenaje pluvial.

3

---

<sup>3</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento Nacional NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

## **2.15. INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE DRENAJE PLUVIAL**

Se consideran aquellas obras interiores necesarias para dotar a un inmueble de los servicios de recolección y evacuación de aguas pluviales. Comprenden las obras civiles de evacuación del escurrimiento superficial hasta la primera cámara de inspección del alcantarillado pluvial del inmueble.

## **2.16. RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

Son aquellas obras civiles de infraestructura que son componentes de un sistema público de recolección y tratamiento de aguas residuales. Comprenden las redes primarias, secundarias, cámaras de inspección, emisarios, colectores primarios, colectores secundarios, plantas de tratamiento y conexiones domiciliarias de recolección de aguas residuales. Estas instalaciones son administradas, operadas y mantenidas por la Entidad Competente.

## **2.17. RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

Son aquellas obras civiles de infraestructura que son componentes de un sistema público de drenaje. Comprenden las redes primarias, secundarias, cámaras de inspección, emisarios, colectores primarios, colectores secundarios, cunetas, canales de drenaje, estaciones de bombeo y conexiones domiciliarias de recolección de aguas pluviales. Estas instalaciones son administradas, operadas y mantenidas por la Entidad Competente.

## **2.18. RED PÚBLICA DE AGUA POTABLE**

Son aquellas obras civiles de infraestructura, administradas, operadas y mantenidas, por la Entidad Competente, y que son componentes de un sistema público de abastecimiento de agua potable. Comprenden el conjunto de conductos o tuberías, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, accesorios, dispositivos y conexiones domiciliarias que permiten el suministro de agua a los usuarios en forma continua, presión apropiada, cantidad suficiente y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades domésticas.

4

---

<sup>4</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

## **2.19. TUBERIAS DE PVC**

Las tuberías de PVC a ser empleadas en bajantes sanitarias, pluviales y de ventilación deberán cumplir con las características mínimas.

## **2.20. CAUDAL**

Flujo de agua en la unidad de tiempo que circula en un conducto o canalización bajo condiciones de flujo libre.

## **2.21. PRESIÓN DE SERVICIO**

Presión mínima requerida para que el agua alimente a todos los artefactos sanitarios de un inmueble.

## **2.22. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO**

Alimentación a los puntos de consumo de una vivienda o edificación, mediante una red de distribución conectada directamente a la red pública de agua potable.

## **2.23. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO INDIRECTO**

Alimentación a los puntos de consumo de una vivienda o edificación, mediante una red de distribución interna alimentada a través de un tanque elevado o sistemas hidroneumáticos.

## **2.24. TANQUE ELEVADO**

Depósito de agua destinado a regular y alimentar las redes de distribución de agua potable de un inmueble, es componente de un sistema de alimentación indirecto.

## **2.25. TUBERÍA DE AGUA POTABLE FRÍA**

Conducto de distribución de agua potable y que cumple con las “Normas de Materiales de Saneamiento Básico”, y las condiciones del presente reglamento.

5

---

<sup>5</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

## **2.26. DOTACION**

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

## **2.27. VELOCIDADES**

A objeto de limitar la generación de ruidos y sedimentación de sólidos en las tuberías, la velocidad de flujo en los conductos o tuberías de distribución de agua no deberá ser mayor a las indicadas en la Tabla 1.5 del Reglamento Nacional De Instalaciones Sanitarias, para las condiciones de máxima demanda probable. La Tabla 1.5, Reglamento Nacional De Instalaciones Sanitarias, indica las velocidades máximas admisibles y caudales máximos en función al diámetro de la tubería. En sistemas de agua caliente con recirculación continua la velocidad de flujo no deberá exceder los 0,60 m/s.

## **2.28. PRESIONES**

La presión mínima de servicio en la red pública de abastecimiento de agua potable deberá ser fijada por la Entidad Competente de acuerdo a las zonas de presión de la red.

Para fines de diseño, la presión de trabajo, o presión dinámica mínima, no deberá ser menor a los 2 mca (20 kPa) para todos los puntos de utilización, salvo lo recomendado por los proveedores. En el caso de artefactos con válvulas de descarga para inodoros y/o tanques de hidro presión la presión dinámica mínima en condiciones de operación o funcionamiento será fijada por el proveedor.

6

---

<sup>6</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

Para el caso de inodoros de bajo consumo de agua, provistos de tanques de gravedad o cisternas, la presión estática será la recomendada por el proveedor.

La presión estática máxima aceptable no será mayor a los 40 mca (400 kPa). En caso de superarse esta presión se deberá considerar la instalación de equipos reductores de presión.

## **2.29. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE FRÍA**

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

## **2.30. ESTIMACIÓN DE CONSUMO MÁXIMO PROBABLE**

Las redes domiciliarias de agua potable, se diseñarán para la demanda máxima probable aplicando el método probabilístico de Hunter, considerando que no todos los puntos de consumo de una red se encuentran en plena utilización ni en funcionamiento continuo. El método de Hunter asigna un peso específico, unidades de gasto (UG), a cada artefacto sanitario operando en forma intermitente, considerando su efecto en el funcionamiento de la red en términos de caudal y consumo.

Dos o más artefactos sanitarios podrán sumarse en sus unidades de gasto para determinar su efecto combinado en el sistema de distribución domiciliaria. Con las UG encontradas se podrán determinar los caudales máximos probables en cada punto de la red.

Las Tablas 1.7 y 1.8, Reglamento Nacional De Instalaciones Sanitarias, presentan una actualización del método de Hunter que introduce el empleo de artefactos de bajo consumo y diferentes categorías de inmuebles de acuerdo al grado de utilización de los artefactos sanitarios.

7

---

<sup>7</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

### **2.31. ASIGNACIÓN DE UNIDADES DE GASTO POR ARTEFACTO SANITARIO (UG). 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 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. del Reglamento Nacional De Instalaciones Sanitarias. 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 representan 3/4 del valor total asignado a cada artefacto, con redondeo a la cifra inmediata superior.

La Tabla 1.8. del Reglamento Nacional De Instalaciones Sanitarias, incluye cuatro columnas considerando diferentes tipos de utilización de inmuebles: 1) viviendas unifamiliares o edificios de vivienda de dos departamentos, 2) edificios con tres o más departamentos, 3) otros inmuebles que tengan un uso diferente al de la vivienda como locales comerciales, públicos, institucionales y similares, y 4) edificios de alta frecuencia de utilización de artefactos sanitarios como locales deportivos, de espectáculos y similares. El concepto de este nuevo enfoque radica en el hecho de que la demanda máxima probable, depende del tipo de ocupación del inmueble en el cuál estarán funcionando artefactos sanitarios de diverso tipo. Para instalaciones de agua potable de alta ocupación, el proyectista deberá considerar el funcionamiento del 100% de los puntos de consumo.

8

---

<sup>8</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

Para inmuebles de usos diferentes a los considerados en la Tabla 1.8, el proyectista deberá aplicar su propio juicio y experiencia para la determinación de las unidades de gasto.

### **2.32. ASIGNACIÓN DE UNIDADES DE GASTO PARA UN CONJUNTO DE ARTEFACTOS SANITARIOS. MÉTODO DE HUNTER**

La Tabla 1.9. del Reglamento Nacional De Instalaciones Sanitarias, muestra un listado de UG para grupos típicos de artefactos sanitarios en baños, cocinas y lavanderías. La tabla nos muestra una mayor variedad o combinación de artefactos agrupados en un conjunto.

El valor total de UG representa el factor de demanda de este grupo o conjunto de artefactos en la red de distribución de agua potable del edificio. Similar al inciso 1.13.2, de Reglamento Nacional De Instalaciones Sanitarias las UG individuales para cada grupo de agua fría y caliente representa 3/4 del valor total de cada grupo. La Tabla está dividida en tres tipos o variedad de conjuntos dependiendo del uso de inodoros con válvula de descarga o con tanque de descarga o de gravedad.

### **2.33. PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS (HF)**

Las pérdidas de carga serán determinadas considerando una presión dinámica mínima sobre el punto de consumo o salida del artefacto más desfavorable mayor o igual a los 2 mca (20 kPa), para las condiciones de máximo consumo probable. La condición de presión dinámica mínima de 2 mca podrá variar de acuerdo a las especificaciones técnicas exigidas por los proveedores de artefactos sanitarios.

El diámetro mínimo de las tuberías a emplearse en las instalaciones domiciliarias de agua potable será de DN 15 para tuberías de material plástico y cobre y de DN 20 para tuberías de Fierro Galvanizado.

9

---

<sup>9</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

La pérdida de carga en tuberías se calculará mediante la aplicación de la fórmula universal o racional de Darcy – Weisbach, en combinación con la fórmula de Colebrook – White que se aplica a cualquier régimen de flujo, (laminar, en transición y turbulento), tipo de material (rugosidad) y para cualquier tipo de fluido (Número de Reynolds que es función de la viscosidad del fluido). El proyectista podrá aplicar otras fórmulas, basadas en la experiencia y las buenas prácticas de la Ingeniería.

#### **2.34. AGUA GRISES**

Es el volumen total de aguas residuales provenientes del aseo personal, labores de cocina, lavado de ropa y limpieza en general.

#### **2.35. AGUAS NEGRAS**

Volumen de aguas residuales provenientes de la evacuación de excretas.

#### **2.36. AGUAS RESIDUALES**

Volumen total de aguas provenientes de la evacuación de efluentes de origen doméstico, comercial o industrial. Se conocen también como aguas servidas o cloacales, resultantes de la utilización del agua en las actividades humanas de tipo doméstico, comercial o industrial.

#### **2.37. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Volumen total de aguas provenientes de la evacuación de efluentes de viviendas, edificios públicos o inmuebles de carácter social, se conocen también como aguas servidas domésticas.

#### **2.38. AGUAS SERVIDAS**

Volumen total de aguas provenientes de la evacuación de efluentes de origen doméstico, comercial o industrial, se conocen también como aguas residuales o cloacales. Se clasifican en aguas servidas/residuales domésticas, comerciales e industriales.

10

---

<sup>10</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

### **2.39. BAJANTE SANITARIA**

Conducto o tubería vertical que recibe las descargas de las aguas residuales de ramales sanitarios o ramales de descarga de un inmueble.

### **2.40. AGUAS PLUVIALES**

Aguas provenientes de la precipitación pluvial y que escurren en techos, cubiertas, terrazas y superficies abiertas. Se expresan en términos de intensidad y frecuencia.

### **2.41. BAJANTE PLUVIAL**

Tubería vertical o conducto que recibe las descargas de las aguas pluviales techos, tejados y /o terrazas de un inmueble.

### **2.42. 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.

### **2.43. PERDIDA DE CARGA**

La pérdida de carga en una tubería o canal es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidentales o localizadas, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc.

### **2.43. METODO HAZEN WILLIAMS**

La ecuación de Hazen-Williams es una fórmula para calcular cuánto cae la presión ambiental en un fluido a medida que fluye a través de una tubería debido a la fricción con la superficie interior de la tubería, el diámetro interior de la tubería y la velocidad de flujo del fluido.

11

---

<sup>11</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

#### **2.44. TANQUE CISTERNA**

Depósito de agua situado entre el medidor y el conjunto motor bomba, ubicado en la planta baja o sótano de un edificio, destinado al almacenamiento de agua para su posterior distribución mediante un sistema de alimentación indirecto de agua potable ( tanque elevado, sistemas hidroneumáticos).

#### **2.45. TUBERÍA DE IMPULSIÓN**

Tubería, comprendida entre el equipo de bombeo y el tanque elevado, destinada al transporte de agua desde un tanque cisterna a un tanque elevado.

#### **2.46. TUBERÍA DE SUCCIÓN**

La tubería de succión debe ser capaz de resistir sin deformaciones los esfuerzos de succión a que pueda estar sometida.

#### **2.47. POTENCIA DE LA BOMBA**

Para la determinación de la potencia de la bomba se deberá contar con las curvas características correspondientes al tipo de bomba a emplearse, tomando en cuenta el número de rotaciones por minuto (n) a ser adoptado y el rendimiento deseado.

#### **2.48. ALTURA MANOMETRICA**

La altura manométrica total es la que debe vencer la bomba para impulsar un volumen de agua.

12

---

<sup>12</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)  
<https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>  
Reglamento\_Nacional\_NB\_689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable  
Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

### CAPITULO 3

#### 3. INSTALACION SANITARIA DEL PALACIO CONSISTORIAL EN SAN PEDRO DE CURAHUARA

##### 3.1. LOCALIZACION

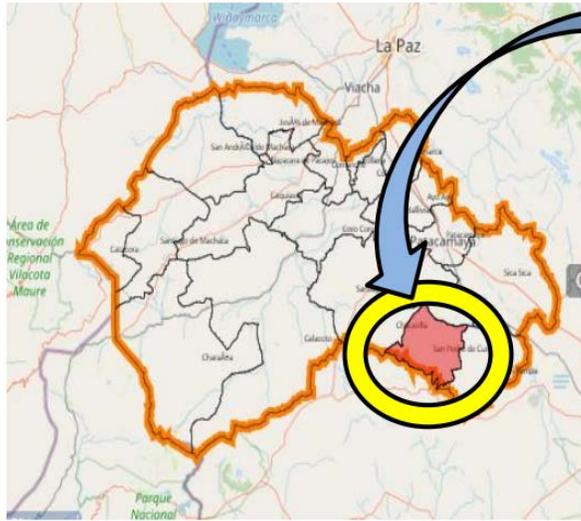
La edificación será una nueva infraestructura, ubicada en un lote de terreno de la propiedad del GAM, en la población de San Pedro de Curahuara, del municipio de San Pedro de Curahuara, destinado a infraestructura referida a un Palacio Consistorial. El proyecto tiene una superficie total de construcción de 2.249,35 m<sup>2</sup>, sobre una superficie de terreno de 722,16 m<sup>2</sup> en una superficie de lote de 2782,18 m<sup>2</sup> y tendrá la planta baja, primer piso, segundo piso, tercer piso y auditorio.

Dentro de sus prioridades está el de atender todas las necesidades y carencias que estén al servicio de toda la Sección. Pero si no cuentan con una infraestructura moderna acorde con el desarrollo económico, productivo y social del municipio no podrán hacer gestión municipal es por esta razón que los pobladores y autoridades reclaman una obra de infraestructura moderna de un Palacio Consistorial que permita hacer eficiente la gestión municipal.

**TABLA 1**

<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>	
<b>DEPARTAMENTO</b>	La Paz
<b>PROVINCIA</b>	Gualberto Villarroel
<b>MUNICIPIO</b>	San Pedro de Curahuara
<b>COMUNIDAD</b>	San Pedro de Curahuara
<b>COORDENADAS DE UBICACION</b>	Y:8047828.00 NORTE X:600859.00 ESTE ELEVACION: 3.894 m.s.n.m.

## MAPA DE UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO



## IMAGEN SATELITAL DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO EN EL MUNICIPIO



**FUENTE. ELABORACION PROPIA EN BASE A IMAGEN GOOGL EARTH**

**IMAGEN SATELITAL – UBICACIÓN DEL PROYECTO  
EN LA ZONA CENTRAL DE SAN PEDRO DE  
CURAHUARA**



**FUENTE. ELABORACION PROPIA EN BASE A  
IMAGEN GOOGL EARTH**

La implementación del palacio consistorial se realizó para que permita coadyuvar a la gestión municipal y que beneficie a todo el municipio.

## VISTA LATERAL DE LA INFRAESTRUCTURA ANTIGUA



## NUEVA EDIFICACION DEL PALACION CONSISTORIAL



## **CAPITULO 4**

### **4.MEMORIA DE CALCULO**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN:**

PROPIETARIO: GAM SAN PEDRO DE CURAHUARA

UBICACIÓN: San Pedro de Curahuara – Plaza Principal S/N

MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CURAHUARA

La edificación será una nueva infraestructura, ubicada en un lote de terreno en la población de San Pedro de Curahuara del municipio de San Pedro de Curahuara, destinado a infraestructura referida a un Palacio Consistorial. El proyecto tiene una superficie total de construcción de 2.249,35 m<sup>2</sup>, sobre una superficie de terreno de 722,16 m<sup>2</sup> en una superficie de lote de 2782,18 m<sup>2</sup>.

#### **4.2. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS LOCAL:**

La edificación se encuentra ubicada en la capital de San Pedro de Curahuara. Sus colindancias son las siguientes:

**TABLA 2**

<b>SAN PEDRO DE CURAHUARA</b>	
Norte	: Vecino
Este	: Plaza Principal
Sur	: Calle S/N
Oeste	: Propiedad comunal

#### **4.3. AGUA POTABLE**

El sector de la plaza principal de la capital cuenta con el servicio de agua potable por cañería.

La tubería de la red pública de agua potable de 25 mm de PVC que suministra agua potable a los inmuebles del sector.

#### **4.4. ALCANTARILLADO SANITARIO**

El lote de terreno destinado para la implementación del proyecto referido al Palacio Consistorial, no cuenta con el sistema de alcantarillado sanitario. Sin embargo, el GAM de San Pedro de Curahuara ha comunicado que en la actualidad se encuentra en proceso la elaboración del proyecto a diseño final del sistema de alcantarillado sanitario.

Se prevé que las aguas residuales generados en la etapa de funcionamiento del proyecto, serán conectadas al sistema de alcantarillado sanitario proyectado.

#### **4.5. ENERGÍA ELÉCTRICA**

Se cuenta con este servicio de energía eléctrica de manera permanente.

#### **4.6. CÁLCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO**

De acuerdo a Reglamento el volumen de almacenamiento está definido por los consumos diarios, de incendio y otros como se indica, en las expresiones siguientes:

Los volúmenes de los tanques de almacenamiento se calculan para el consumo diario.

#### **4.7. DOTACION**

##### **4.7.1. CALCULO DE LA DOTACION**

**- FORMULA:**

$$\text{DOTACION} = \text{CANTIDAD DE PERSONAS} * \text{DOTACION LT/DIA}$$

**TABLA 3**

DOTACION				
		CANT.	DOT. POR DIA	TOTAL
		20	10	200
AREA PUBLICA	HALLA DE INGRESO	20		
		36	20	720
PLANTA BAJA	HALLA DE INGRESO	12		
PRIMER PISO	OFICINAS	9		
SEGUNDO PISO	OFICINAS	7		
TERCER PISO	OFICINAS	8		
AUDITORIO		150	15	2250
		DOTACION TOTAL		3170
				LT/DIA

Con la tabla 1.2. de la norma Renisda, que se encuentra en Anexo 1, podemos determinar la dotacion de una region.

Con la tabla 1.3. de la norma Renisda, que se encuentra en anexo 2, podemos determinar la dotacion de un inmueble, para la dotacion del Palacio Consistorial tome los valores que estan en color celeste.

#### 4.8. CALCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE ELEVADO

**FORMULA:**

**TABLA 4**

VOLUMEN DEL TANQUE ELEVADO			TOTAL LITROS	
VOLUMEN TANQUE CISTERNA	3/5X DOT.	3170	1902	2000
VOLUMEN TANQUE ELEVADO	2/5XDOT.	3170	1268	1800

Se Adopta 2 Tanques De 900 Litros
DOS TANQUES ELEVADOS

#### 4.9. ACOMETIDA AL TANQUE CISTERNA

##### FORMULAS:

$$Q = \text{DOTACION TOTAL} / (4 * 3600)$$

$$\text{DIAMETRO} = 1.4166 * \text{RAIZ DE } Q$$

##### CALCULO:

TABLA 5

ACOMETIDA AL TC	
CAUDAL (Q)	0,293518519 LITROS/ SEGUNDO
DIAMETRO(D)	0,767476331 mm
D. ADOPTADO	3/4 PULGADAS

TIEMPO DE LLENADO 3 HRS

TUBERIA

#### 4.10. VERIFICACION DEL DIAMETRO Y VELOCIDADES SEGÚN HAZEN WILLIAMS

##### FORMULA:

$$J = \frac{100 * \left(\frac{Q}{140}\right)^{1.85}}{D^{4.87} * 0.3437}$$

$$V = 6.2 * Q / \pi * D^2$$

$$hf = J * l$$

**DONDE:**

Q= Caudal (Lt/seg)

C=Coficiente de rugosidad (C=140)

D= Diámetro (pulg)

L= Longitud tuberia (m)

V=Velocidad (m/seg)

J=Perdida por unidad de recorrido (m/m)

hf= Perdida por tramo recto

**4.11. VELOCIDADES LIMITES PARA ADUCCION:** Velocidad (0.6-2.50) m/seg**TABLA 6**

VERIFICACION DEL DIAMETRO						
DIAMETRO EN PULGADAS.	DIAMETRO (mm)	Q (lt/seg)	J (m/m)	L (m)	V (m/seg)	OBSERVACIONES
1/2	13	0,293518519	0,558450	1,71	2,32	VIBRACION
3/4	19	0,293518519	0,077521113	1,71	1,03	OPTIMO
1	25	0,293518519	0,019097141	1,71	0,58	SEDIMENTARIO

**4.12. VERIFICACION DE LA PRESION DE ENTRADA AL TANQUE CISTERNA****TABLA 7**

VERIFICACION DE LA PRESION DE ENTRADA AL TANQUE CISTERNA					
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PERDIDA POR ACCESORIO	LONGITUD EQUIVALENTE
1	CODO 45° D=3/4"	PZA	1	0,3	0,3
2	LLp D=3/4"	PZA	1	0,2	0,2
3	Long Neta Tub 3/4"	ml	1,71	1	2
Longitud Total					2,21

hf	0,17132166
----	------------

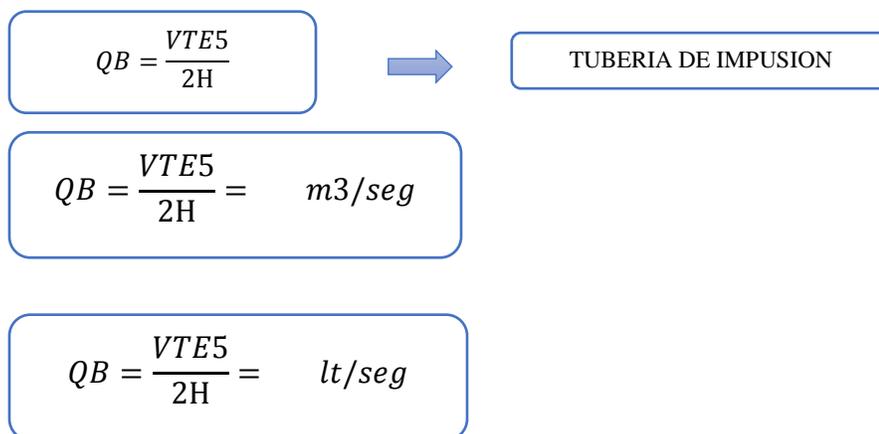
#### 4.13. CALCULO DE PRESIONES DE ENTRADA AL TANQUE CISTERNA

**TABLA 8**

CALCULO DE PRESIONES DE ENTRADA AL TANQUE CISTERNA	
hf	0,17132166
hf medidor	1
Altura Geométrica	0,6
Presión de Servicio	15
Presión de Ingreso al Tanque	14,42867834
	>2 MCA. CUMPLE

#### 4.14. SISTEMA DE IMPULSION

##### 4.14.1. TIEMPO DE LLENADO DEL TE= 2H



**TABLA 8**

TIEMPO DE LLENADO TE 2Hr	
Qb(m3/seg)	0,000319444
Qb(lt/seg)	0,319444444

#### 4.14.2. TUBERIA DE IMPULSION SEGÚN BRESSE

$$C\sqrt{Qb} x^{1/4}$$

$$X = \frac{N^\circ \text{ horas bombeo}}{24}$$

$$C = \text{Coef.} (0.7 - 1.6) = 1.2$$

**TABLA 9**

TUBERIA DE IMPULSION SEGÚN BRESSE	
D (m)	0,011511938
D(mm)	11,51193785
D(plg)	1/2"

#### 4.14.3. VERIFICACION DE TUBERIA DE IMPULSION- HAZZEN WILLIAMS

**TABLA 10**

VELOCIDADES LIMITES DE IMPULSION (0,60 a 1,30 m/seg)						
DIAMETRO (")	DIAMETRO (mm)	Qb (lt/s)	J (m/m)	L (m)	V (m/s)	OBSERVACIONES
0,5	13	0,319444444	0,653115699	17,46	2,521721654	VIBRACION
0,75	19	0,319444444	0,090662083	17,46	1,12076518	OPTIMO
1	25	0,319444444	0,022334387	17,46	0,630430413	OPTIMO

- Por tanto, la tubería de impulsión será:

**TABLA 11**

TUBERIA DE IMPULSION	
D (plg)	0,75
V (m/s)	1,12076518
J (m/m)	0,090662083

#### 4.14.4. VERIFICACION DE TUBERIA DE SUCCION- HAZZEN WILLIAMS

TABLA 12

VELOCIDADES LIMITES DE IMPULSION (0,60 a 1,30 m/seg)						
DIAMETRO O (")	DIAMETRO (mm)	Qb (lt/s)	J (m/m)	L (m)	V (m/s)	OBSERVACION ES
0,5	13	0,3194444 44	0,6531156 99	17,4 6	2,5217216 54	VIBRACION
0,75	19	0,3194444 44	0,0906620 83	17,4 6	1,1207651 8	OPTIMO
1	25	0,3194444 44	0,0223343 87	17,4 6	0,6304304 13	OPTIMO

- Por tanto, la tubería de succión será:

TABLA 13

TUBERIA DE SUCCION	
D (plg)	1
V (m/s)	0,630430413
J (m/m)	0,022334387

#### 4.14.5. POTENCIA DE LA BOMBA

#### 4.14.6. CÁLCULO DE LA PERDIDA DE CARGA SUCCIÓN (D=1")

TABLA 14

POTENCIA DE LA BOMBA					
CALCULO DE LA BOMBA DE CARGA "SUCCION" (D= 1")					
N o	DESCRIPCION	UNIDA D	CANTIDA D	PERDID A	LONGITUD EQUIVALENTE
1	VALVULA DE PIE	PZA	1	7,3	7,3
2	CODO 90° RADIO LARGO	PZA	1	0,8	0,8
3	VALVULA COMPUERTA	PZA	1	2,1	2,1
4	LONGITUD DE TUBERIA	m	2,3	1	2,3
				TOTAL	12,5

$$hf_{succion} = J_s * L_e$$

hf impulsión(mca)	0,279179842
-------------------	-------------

#### 4.14.7. CÁLCULO DE LA PERDIDA DE CARGA IMPULSION (D=3/4")

TABLA 15

POTENCIA DE LA BOMBA					
CALCULO DE LA BOMBA DE CARGA "IMPULSION" (D= 3/4")					
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PERDIDA	LONGITUD EQUIVALENTE
1	VÁLVULA CHECK	pza	1	2,1	2,1
2	VÁLVULA COMPUERTA	pza	1	0,1	0,1
3	CODO DE 90°	pza	2	0,7	1,4
4	VÁLVULA FLOTADOR	pza	1	5,6	5,6
5	CODO DE 90°	pza	1	0,7	0,7
6	TUBERÍA DE IMPULSION	ml	17,46		17,46
				TOTAL	27,36

$$hf\ impulsion = Js * Le$$

hf impulsion(mca)	2,480514584
-------------------	-------------

$$hf\ total = hf\ succion + hf\ impulsion$$

hf total (mca)	2,759694426
----------------	-------------

#### 4.14.8. ALTURA MANOMÉTRICA

$$H_m = h_s + h_i + h_{ftotal} + P_s$$

$h_s$  = Altura de sección

$h_i$  = Altura de impulsión

$h_{ftotal}$  = Perdida de carga total

$P_s$  = Presión de salida mínima

**TABLA 16**

ALTURA MANOMETRICA		
$H_m = h_s + h_i + h_{ft} + p_s$	24,51969443	25 ASUMIDO m

POR RECOMENDACIÓN:

$$\frac{h_{ftotal}}{H_m} = 10\%$$

$(h_{ft}/H_m) = 10\%$	0,106142093
-----------------------	-------------

- Si no se cumpliera el 10% se debe aumentar el diámetro.

#### 4.14.9. POTENCIA DE LA BOMBA

$$P = \frac{\gamma_{H2O} Q_b H_m}{75 \varepsilon} = 10\%$$

$\varepsilon$  = Eficiencia Motor

**TABLA 17**

POTENCIA DE LA BOMBA	
P (HP)	0,165284688 HP
EFICIENCIA DE MOTOR 67%	0,265284688 HP
P FINAL (HP)	1/3. HP

- Se recomienda aumentar un 50% para que al sistema le sea más fácil trabajar esto por factor de seguridad.

**TABLA 18**

POTENCIA BOMBA HP	1/3.
ALTURA MANOMETRICA M	24
Qb(lt/seg)	24000
TENSION ELECTRICA	380/220 VOLTIOS
FRECUENCIA	50 HZ
VELOCIDAD	<2900 RPM
TIPO DE BOMBA	CENTRIFUGA ( EJE HZ)

#### **4.15. RED DE DISTRIBUCION**

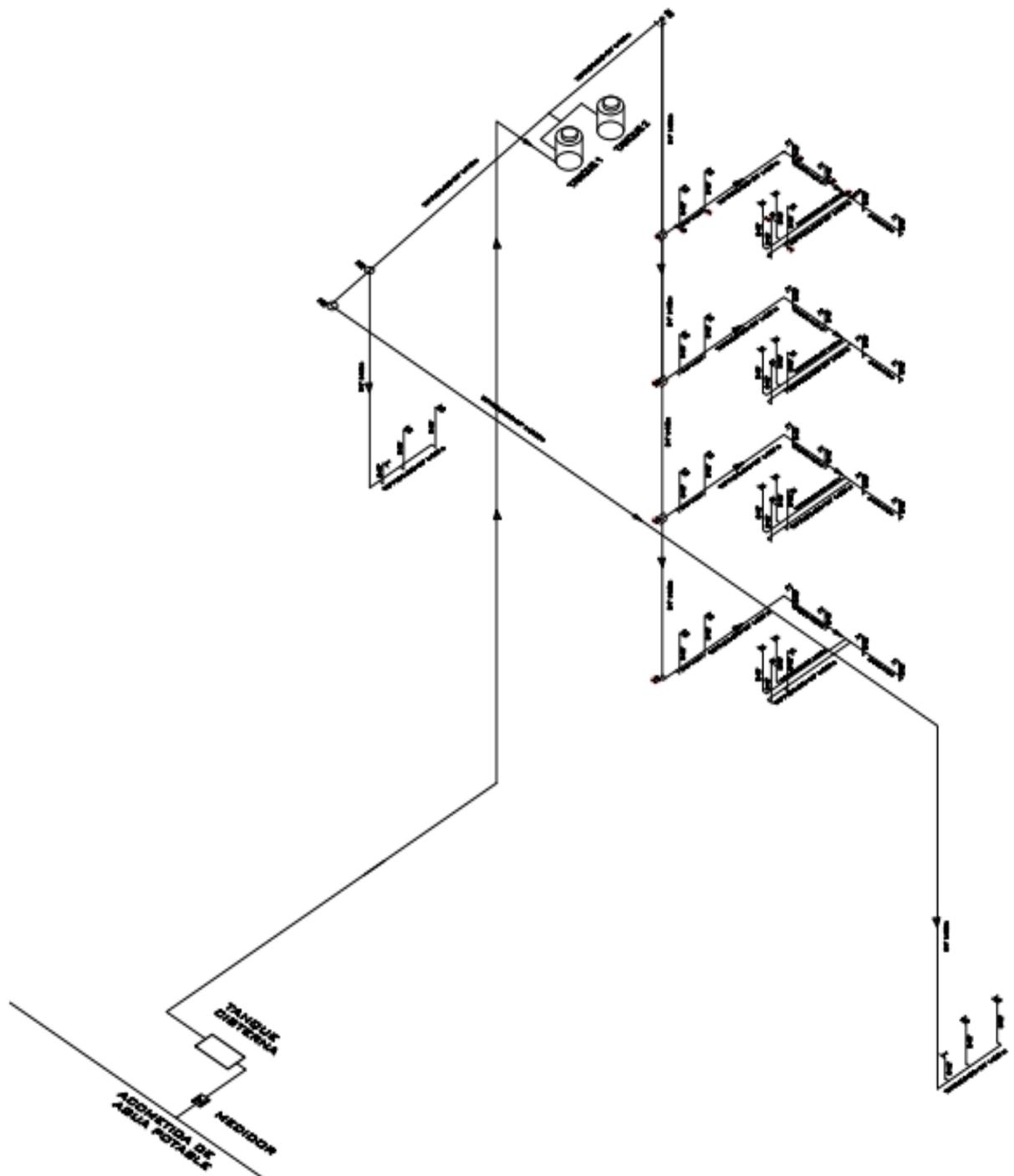
##### **4.15.1. CALCULO DEL DIAMETRO, VELOCIDADES Y PERDIDA DE CARGA AL ARTEFACTO MAS DESFAVORABLE**

**FORMULA:**

$$hf = J \cdot l$$

$$L = L \text{ DISEÑO} + L \text{ EQUIVALENTE}$$

Para determinar la columna que es llamada bloque, se realizo con el plano Isometrico.





**TABLA 19**

MONTANTE 1																		
BLOQUE			N° UNIDADES DE GASTO		GASTOS (LT/SEG)	DIAMETRO (PULGADA)		VELOCIDAD		LONGITUD			PERDIDA DE CARGA HF		DESNIVEL (M)	PRESION RESIDUAL (M)	NUDO	
						DIAMETRO CALCULADO	DIAMETRO ADOPTADO											
PISO	De	A	ARTEFACTOS	ACUMULADO			PULGADAS	m/seg	CONTROL	NETA	LONGITUD EQUIVALENTE	TOTAL	UNITARIA (J)	TOTAL				
PB	12	11	2L, 4I, 4U	28,0	0,65	1,142	1	1,28343949	0,6-2,25OK	4,04	1,5	5,54	0,083	0,46	19,14	17,84	12	
1° piso	11	10	2L, 4I, 4U	56,0	1,08	1,472	1 1/2	0,9477707	0,6-2,75OK	3,44	7,3	10,74	0,03	0,32	15,1	14,26	11	
2° piso	10	9	2L, 4I, 4U	84,0	1,39	1,670	1 1/2	1,21981599	0,6-2,75OK	3,66	7,3	10,96	0,047	0,52	11,66	11,14	10	
										11,14								
3° PISO	1	2	1U	4	0,17	0,584	1/2	1,34267516	0,6-1,6 OK	1	2,2	3,2	0,203	0,65	1	2,00	1	
3° PISO	2	3	1U	8	0,26	0,722	3/4	0,91266808	0,6-1,95 OK	2,45	3,6	6,05	0,062	0,38	0	2,35	2	
3° PISO	3	4	2I	13	0,36	0,850	1	1,26369427	0,6-2,25 OK	0,17	3,1	3,27	0,028	0,09	0	2,73	3	
3° PISO	4	5	2U	21	0,52	1,022	1	1,02675159	0,6-2,25OK	0,59	3,1	3,69	0,055	0,20	0	2,82	4	
3° PISO	5	6	1I	23,5	0,58	1,079	1	1,14522293	0,6-2,25OK	1,13	3,1	4,23	0,067	0,28	0	3,02	5	
3° PISO	6	7	1I	26	0,61	1,106	1	1,2044586	0,6-2,25OK	3,57	4,6	8,17	0,074	0,60	0	3,30	6	
3° PISO	7	8	1La	27	0,63	1,124	1	1,24394904	0,6-2,25OK	1	4,6	5,6	0,078	0,44	0	3,91	7	
3° PISO	8	9	1La	28	0,65	1,142	1	1,28343949	0,6-2,25OK	0,48	4,6	5,08	0,083	0,42	0	4,34	8	
TE	9	TE		112,0	1,64	1,814	1 1/2	1,43920736	0,6-3,15OK	8	4,2	12,2	0,064	0,78	10,08	9,30	TE	
														3,85				

#### 4.15.2. CALCULO DE LAS LONGITUDES EQUIVALENTE

Las longitudes equivalentes se realizan de acuerdo al plano Isométrico, el cual nos determina cuantos accesorios de codo, tee, válvula cortina, válvula globo y salida de tubería tendrá la edificación.

**TABLA 20**

CALCULO DE LAS LONGITUDES EQUIVALENTES																	
BLOQUE		DIAMETRO		CODO	TEE (DIR -LAT - BILAT)			VALVULA CORTINA			VALVULA GLOBO			SALIDA DE TUBERIA			EQUIVALENT E TOTAL
PISO	De	A	PULGADAS	TOTAL	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	TOTAL	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	TOTAL	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	TOTAL	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	TOTAL	
PB	12	11	1	1,5													1,5
1º piso	11	10	1 1/2		1	7,3	7,3										7,3
2º piso	10	9	1 1/2		1	7,3	7,3										7,3
3º PISO	1	2	1/2	2,2													2,2
3º PISO	2	3	3/4	1,2	1	2,4	2,4										3,6
3º PISO	3	4	1		1	3,1	3,1										3,1
3º PISO	4	5	1		1	3,1	3,1										3,1
3º PISO	5	6	1		1	3,1	3,1										3,1
3º PISO	6	7	1	1,5	1	3,1	3,1										4,6
3º PISO	7	8	1	1,5	1	3,1	3,1										4,6
3º PISO	8	9	1	1,5	1	3,1	3,1										4,6
TE	9	TE	1 1/2	3,2										1	1	1	4,2

Para la longitud equivalente utilizamos la tabla 1.2. de la norma Renisda, que se encuentra en Anexo 3.

#### 4.15.3. CALCULO DE LA PRESION DEL ARTEFACTO MAS DESFAVORABLE

TABLA 21

<b>CALCULO DE LA PRESION DEL ARTEFACTO MAS DESFAVORABLE</b>			
<b>FORMULA: <math>P_{min}=h_{e1}-(H_t+h_{e2}+P_s+H_M)</math></b>			
<b>P<sub>min</sub>=</b>	Presión minima		
<b>h<sub>e1</sub>=</b>	Altura geometrica TE - U		8
<b>H<sub>t</sub>=</b>	Perdida de carga total TE - U		3,85
<b>H<sub>M</sub></b>	perdida de carga del medidor		1,00
<b>h<sub>e2</sub>=</b>	Altura geometrica del artefacto mas desfavorable		1
<b>P<sub>s</sub>=</b>	Presion de salida del artefacto mas desfavorable		2
<b>P<sub>min</sub>=</b>	<b>0,15</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>TIENE QUE DAR POSITIVO</b>

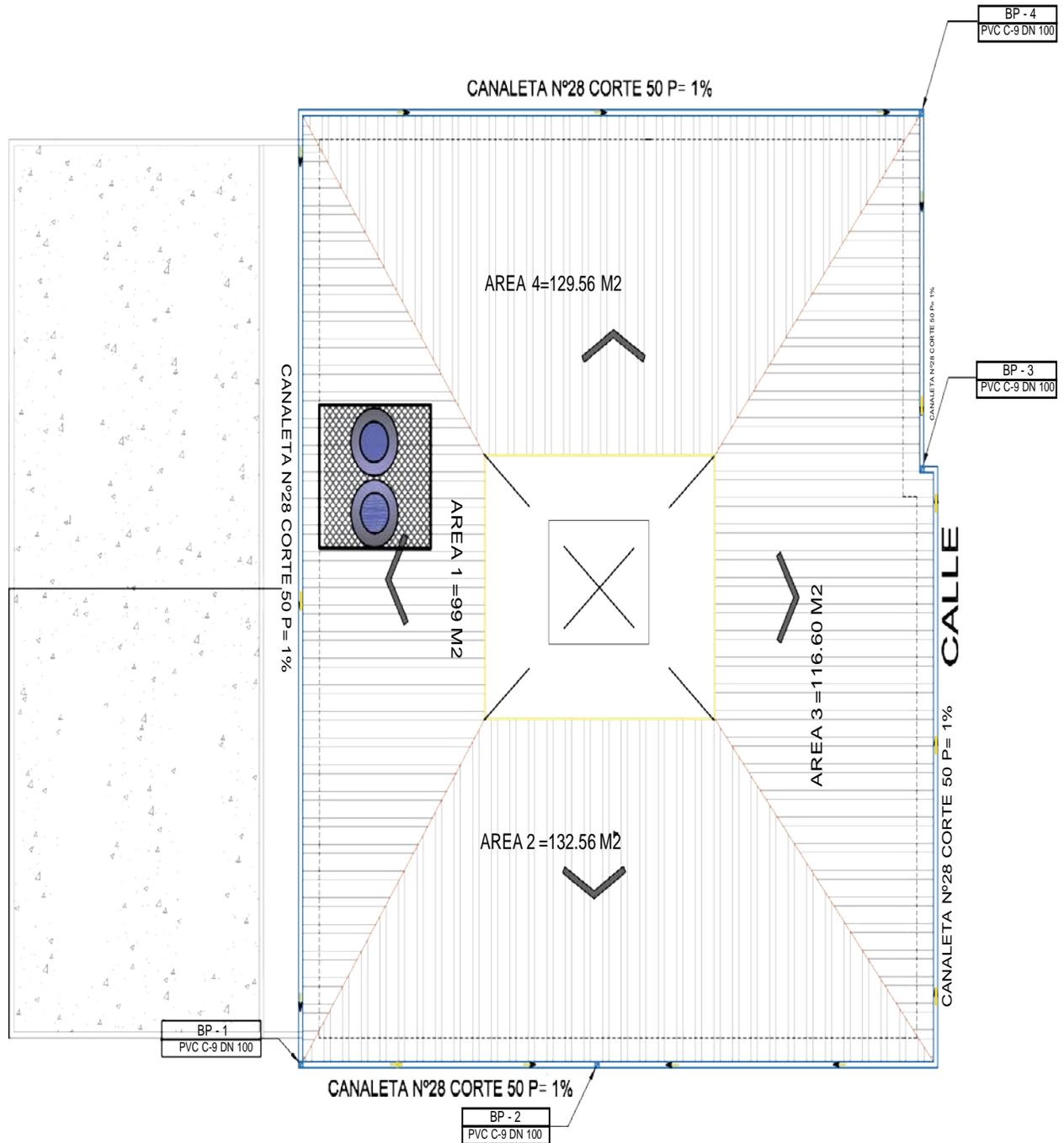
Para las unidades de gasto de los artefactos utilizamos la Tabla 1.8. de la norma Renisda, que se encuentra en Anexo 4.

Para caudales maximos probables se utilizo la Tabla 1.10, de la norma Renisda, que se encuentra en Anexo 5.

## 4.16. AGUAS RESIDUALES

### 4.16.1. CALCULO DE LAS EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES SANITARIOS Y PLUVIALES

### 4.16.2. CALCULO DE BAJANTES SANITARIAS



**TABLA 22**

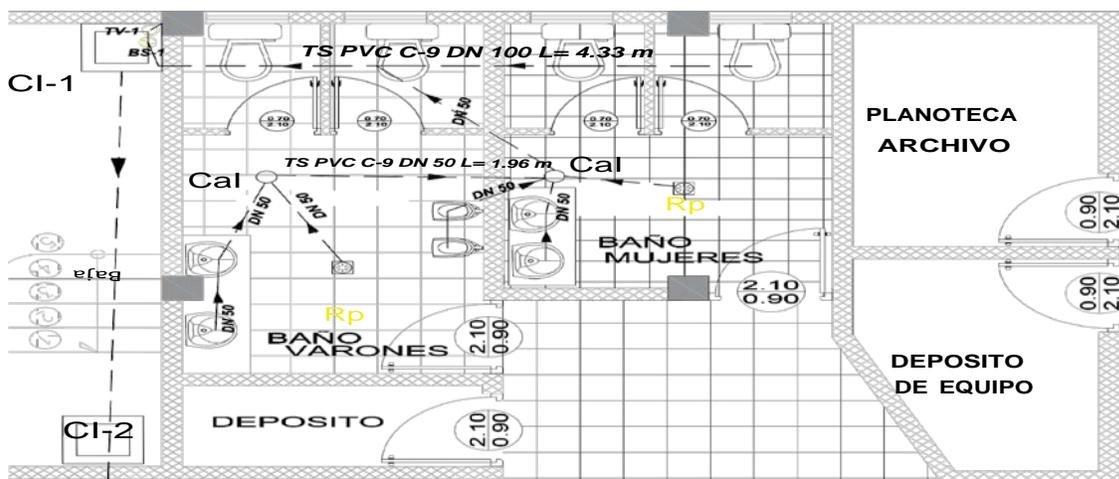
N° BAJANTE	PISO	UNIDADES DE GASTO						DIAMETRO BAJANTE	DIAMETRO VENTILACION	LONGITUD VENTILACION	OBSERVACIONES
		2,5	1	1,5	4						
		I	La	Lp	U	PARCIAL	ACUMULADO				
BS 1	PRIMER PISO	4	4		2	22	22	4	4		SIN VENTILACION
	SEGUNDO PISO	4	4		2	22	44	4	4		
	TERCER PISO	4	4		2	22	66	4	4		
BS 2	TERCER PISO	1	1	1		5	5	4	4		SIN VENTILACION
BS 3	SEGUNDO PISO	1	1	1		5	5	4	4		SIN VENTILACION

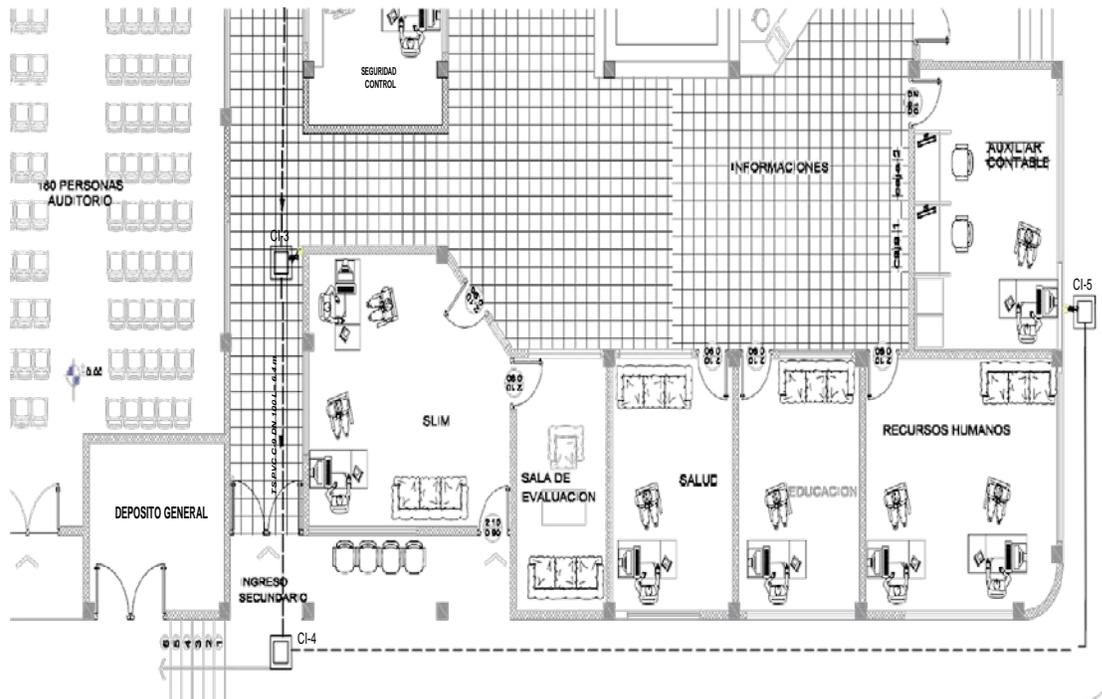
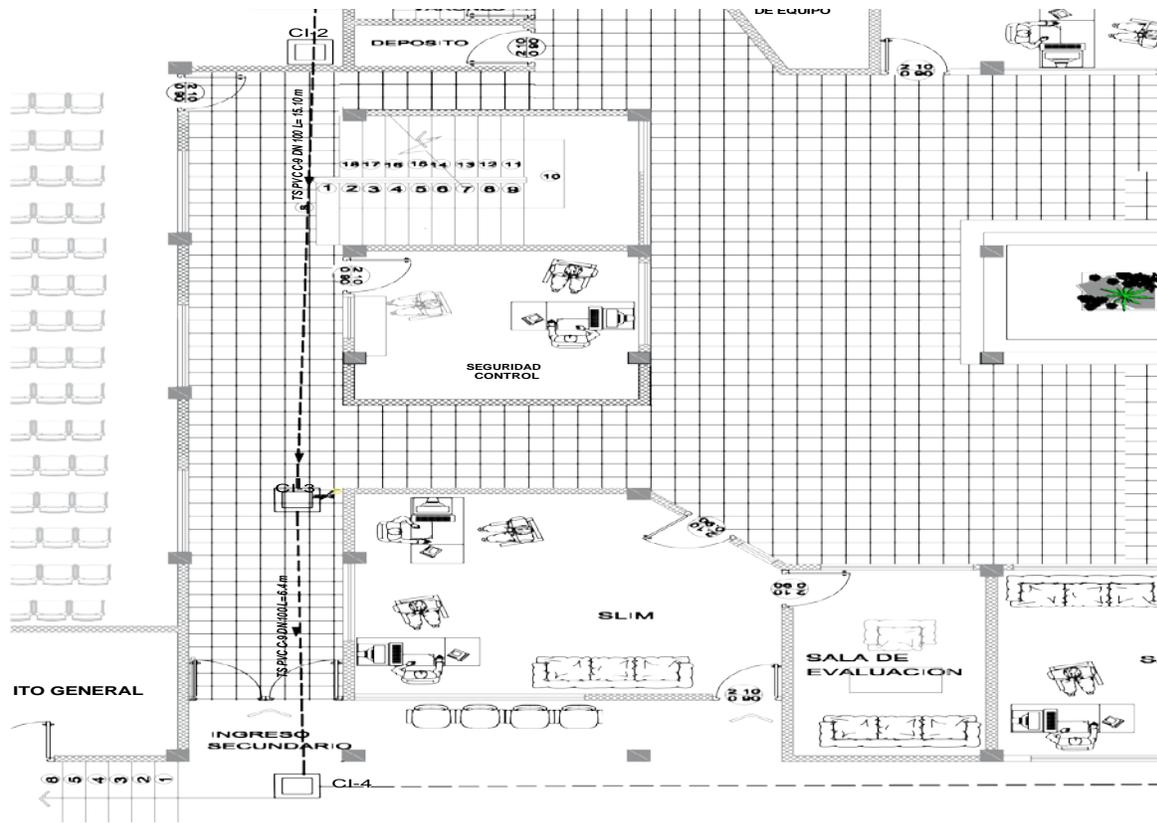
De la Tabla 2.4 de la norma Renisda, que se encuentra en Anexo 6, determinamos que el diámetro será:

**TABLA 23**

<b>DIAMETRO DE LA BAJANTE</b>	<b>D=100</b>	<b>240 UD (HASTA 3 PISOS)</b>
		<b>500 UD (HASTA MAS DE 3 PISOS)</b>

#### 4.17. CÁLCULO DE LOS COLECTORES SANITARIOS



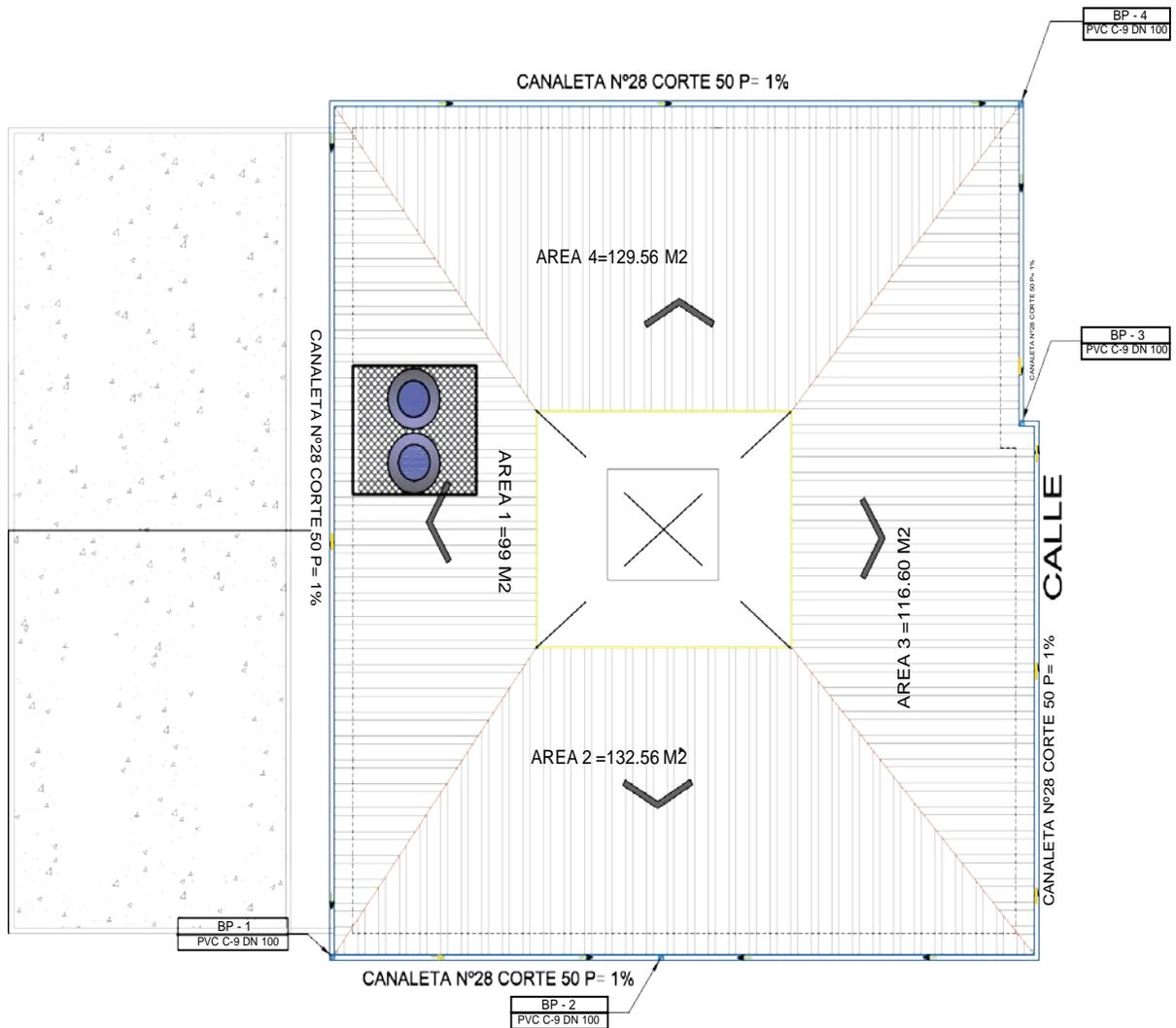


**TABLA 24**

ALCANTARILLADO SANITARIO								
TRAMO		UD			DIAMETRO	PENDIENTE	PENDIENTE	N° MAX UD
DE	A	DETALLE	PARCIAL	ACUMULADO	PULG	MINIMA	TUBERIA (%)	
CI-1	CI-2	BS1	66	66	4	1	2,36	180
CI-2	CI-3			66	4	1	0,95	180
CI-3	CI-4	BS2	71	137	4	1	1,52	180
CI-5	CI-4	BS3	76	213	4	1	0,36	180
CI-4	COLECTOR	BS4	76	289	4	1	1,22	180

**4.18. AGUAS PLUVIALES**

**4.18.1. CALCULO DE EVACUACION DE LAS AGUAS PLUVIALES**



#### 4.18.2. CALCULO DE CANALETAS

**TABLA 25**

N° BAJANTE	AREA DE CUBIERTA		COEF. ESCURR	AREA	TIPO DE CANAleta	CAPACIDAD
				APORTE		REGLAMENTO
BP 1	A1=	99	0,95	94,05	100X140	125MM/H, 138 M2, 0,25%
BP 2	A2=	132,56	0,95	125,93	100X140	125MM/H, 138 M2, 0,25%
BP 3	A3=	116,6	0,95	110,77	100X140	125MM/H, 138 M2, 0,25%
BP 4	A4=	129,56	0,95	123,08	100X140	125MM/H, 138 M2, 0,25%

**TABLA 26**

AREA DE CUBIERTA		COEFICIENTE ESCURRIMIENTO	AREA	DIAMETRO	CAPACIDAD
			APORTE		REGLAMENTO
A1=	99	0,95	94,05	100	103 M2 (125 MM/H)
A2=	132,56	0,95	125,932	100	103 M2 (125 MM/H)
A3=	116,6	0,95	110,77	100	103 M2 (125 MM/H)
A4=	129,56	0,95	123,082	100	103 M2 (125 MM/H)

De la Tabla 3.3, de la norma Renisda, que se encuentra en Anexo 7, determinamos el área drenada que será:

**TABLA 27**

DIMENSIONES DE LA CANALETA (mm)		INTENSIDAD DE LA LLUVIA (mm/h) Vrs. Pendiente del conducto				
		50	75	100	125	150
		Pdte.0,25 %				
<b>BASE</b>	<b>ALTURA</b>	AREA DRENADA (m2)				
100	140	346	230	173	138	115

#### 4.19. CALCULO DE BAJANTES PLUVIALES

##### PARA EL PALACIO

**TABLA 28**

AREA DE CUBIERTA		COEFICIENTE ESCURRIMIENTO	AREA	DIAMETRO	CAPACIDAD
			APORTE		REGLAMENTO
A1=	99	0,95	94,05	100	103 M2 (125 MM/H)
A2=	132,56	0,95	125,932	100	103 M2 (125 MM/H)
A3=	116,6	0,95	110,77	100	103 M2 (125 MM/H)
A4=	129,56	0,95	123,082	100	103 M2 (125 MM/H)

De la Tabla 3.5, de la norma Renisda, que se encuentra en Anexo 8, determinamos las bajantes de agua pluviales que será:

**TABLA 29**

DIAMETRO NOMINAL DE LA BAJANTE (mm) DN	INTENSIDAD DE LA LLUVIA EN (mm/h)					
	50	75	100	125	150	200
mm	AREA SERVIDA EN PROYECCION HORIZONTAL (m2)					
100	257	171	129	103	86	64

**PARA EL AUDITORIO**

**TABLA 30**

AREA DE CUBIERTA		COEFICIENTE ESCURRIMIENTO	AREA APORTE	DIAMETRO	CAPACIDAD S/REGLAMENTO
A1=	97,82	0,95	92,929	100	103 M2 (125 MM/H)
A2=	97,82	0,95	92,929	100	103 M2 (125 MM/H)

De la Tabla 3.5, de la norma Renisda, que se encuentra en Anexo 8, determinamos las bajantes de agua pluviales que será:

**TABLA 31**

DIAMETRO NOMINAL DE LA BAJANTE (mm) DN	INTENSIDAD DE LA LLUVIA EN (mm/h)					
	50	75	100	125	150	200
mm	AREA SERVIDA EN PROYECCION HORIZONTAL (m2)					
100	257	171	129	103	86	64

## **CAPITULO 5**

### **5. CONCLUSIONES**

El sistema hidráulico será mediante conexión indirecta, incorporando dos tanques, cada tanque será de 900 litros cada uno elevados de almacenamiento y la respectiva red de distribución.

La aducción al tanque elevado será mediante tubería de impulsión y succión desde el tanque cisterna. La tubería de conexión a los tanques elevados será de PVC de diámetro igual a 3/4".

La tubería de impulsión será de 3/4" pulgada y la tubería de succión será de 1" pulgada.

La potencia de la bomba será 1/3 hp.

La red: en los montantes se tiene un diámetro de 1" y 1 1/2" de pulgada y ramales de 1/2", 3/4", 1" y 1 1/2" de pulgadas y el diámetro de salida a los artefactos se tiene 1/2".

Para la presión mínima del artefacto más desfavorable tenemos 0.15

Las bajantes sanitarias serán de 4" pulgadas.

El alcantarillado sanitario será de 4" pulgadas.

Las canaletas serán de 3" pulgadas del palacio y el auditorio.

Las bajantes pluviales serán de 3" pulgadas .

Los dos tanques de almacenamiento, estarán ubicados, por encima de la cubierta de la edificación de acuerdo a la arquitectura definida, por razones estéticas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida de carga](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga)
2. <https://spiegato.com/es/que-es-la-ecuacion-de-hazen-williams>
3. Reglamento Nacional NB 689 Reglamentos Técnicos de Diseño Para sistemas de Agua potable
4. Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA

## ANEXOS

### ANEXO 1

Tabla 1.2. 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			
Llanos	100 - 500	1167	27.5			100 - 120	100 - 150

FUENTE: REGLAMENTO NACIONAL DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS (RENISDA)

### ANEXO 2

Tabla 1.3. Cuadro de dotaciones comerciales, públicas. Valores referenciales

Tipo de inmueble/ Utilización	Dotación
Centros educativos, escuelas, colegios, universidades y otros similares, alumnado externo	50 L/alumno. día
Centros educativos, escuelas, colegios, universidades y otros similares, alumnado interno	120 L/alumno. día
Edificios de oficinas, personal	50 L/persona. día o 6,0 L/m <sup>2</sup> . día
Parqueos sin lavado de automóviles	2 L/m <sup>2</sup> . día
Centros de salud, hospitales, clínicas, personal médico, paramédico.	50 L/persona. día
Centros de salud, hospitales, clínicas, internos	400 – 600 L/cama. día
Centros de Salud, hospitales, clínicas, personal de oficinas, visitas	20 L/persona. día
Locales industriales, dotación por operario o personal de oficinas	50 L/persona. día
Locales comerciales, mercados, supermercados, empleados	50 L/empleado. día
Locales comerciales, uso general	5 L/m <sup>2</sup> . día
Riego de jardines	2 L / m <sup>2</sup> . día
Mercados, supermercados	10 L/m <sup>2</sup> . día
Restaurantes, bares y similares	20 L/m <sup>2</sup> . día
Salas de espectáculos sin considerar equipos de acondicionamiento de aire	25 L/butaca. día
Coliseos, gimnasios, locales deportivos	1 L/espectador. día
Regimientos y cuarteles	120 L/persona. día
Hoteles y similares	100 - 200 L/cama. día

FUENTE: REGLAMENTO NACIONAL DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS (RENISDA)

## ANEXO 3

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 C/CRIVA	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

**Tabla 1.2. Perdidas de carga localizadas - su equivalencia en metros de tubería en PVC rígido o cobre**

FUENTE: REGLAMENTO NACIONAL DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS (RENISDA)

**Tabla 1.8. 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	Fría	Caliente	Total	Fría	Caliente	Total	Fría	Caliente	Total	Fría	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			
Lapaplatos 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

## ANEXO 4

**ANEXO 5**

U.GASTO
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00
8,00
9,00
10,00
11,00
12,00
13,00
14,00
15,00
16,00
17,00
18,00
19,00
20,00
21,00
22,00
23,00
24,00
25,00
26,00
27,00
28,00
29,00

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	5,06
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

NOTA 1.- Los gastos están en l/e y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método Hunter.

## ANEXO 6

**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 (RENISDA)

## ANEXO 7

**Tabla 3.3. Área drenada. Canaletas de sección rectangular**

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 (RENISDA)

## ANEXO 8

Tabla 3.5. 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 (m2)					
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: Aplicación de la fórmula

FUENTE: REGLAMENTO NACIONAL DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS (RENISDA)