CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

Uno de los grandes retos que afronta el sector de agua y saneamiento a nivel global, es sin lugar a dudas desarrollar alternativas tecnológicas y de gestión, que permitan mejorar el acceso de la población de menores ingresos a servicios de agua y saneamiento de calidad y sostenibles a largo plazo, en especial en áreas periféricas urbanas. Este reto es particularmente provocador para América latina, con más de un tercio de su población viviendo en la pobreza, y donde el acelerado proceso migratorio del campo a la ciudad, de los últimos veinte años, ha resultado en que alrededor de un 75% de sus habitantes se concentre en áreas urbanas, con el agravante que la gran mayoría de estos nuevos emigrantes son pobres y realizan sus asentamientos en áreas periféricas, carentes de todos los servicios básicos y en deplorables condiciones ambientales y de salud pública. Solucionar estas carencias de manera sostenible con las tecnologías convencionales que dispone el sector, resulta inviable en el corto y aun en el mediano plazo en razón de los altos costos que estas soluciones conllevan, (Perez Albela Pighi, 2001).

En Bolivia en 1998 se conjugaron una serie de circunstancias que permitieron poner a prueba una solución alternativa para la instalación de redes de acueducto y alcantarillado sanitario, ampliamente utilizada en Brasil por más de veinte años, el Sistema Condominial (Perez Albela Pighi, 2001).

En primera instancia, el contrato de concesión de los servicios de agua y alcantarillado de las ciudades de La Paz y el Alto, otorgado a la empresa Aguas del Illimani,S.A. En 1997, establecía metas de coberturas específicas para la ciudad de El Alto, localizada en la periferia de La Paz y con altos niveles de pobreza. 100% de cobertura en el abastecimiento de agua potable y la instalación de 3800 conexiones de alcantarillado, durante los primeros cuatro años de la concesión. Al mismo tiempo el Vice ministerio de servicios básicos, máxima autoridad sectorial en Bolivia, con la asistencia técnica del Programa de Agua y Saneamiento, PAS, y el apoyo financiero de la Agencia Sueca

de Cooperación Internacional para el desarrollo, ASDI, estaba comprometido en la búsqueda de Soluciones al saneamiento básico de áreas marginales urbanas, que pudieran ser adoptadas ampliamente en todo el país. Fue así como, uniendo los intereses y los esfuerzos de estas y otras instituciones, fue posible probar y validar en el contexto boliviano el sistema Condominial (Perez Albela Pighi, 2001).

En tal sentido y razón que la localidad La Victoria, le falta de acceso a servicios de alcantarillado sanitario, ha generado problemas de salud y ambientales. El sistema Condominial se presenta como una alternativa viable para abordar esta problemática, ya que se encuentra asfaltada la calle principal de Tomatitas a La Victoria .

1.2. Descripción y Planteamiento del Problema

La comunidad de la Victoria se encuentra ubicada a 9 Km de la ciudad de Tarija ,esta comunidad representa el distrito dos del Municipio de San Lorenzo, su problema es :

- Falta de acceso a servicios de alcantarillado sanitario

- Problemas de salud y ambientales

- Deterioro del pavimento y daños a la infraestructura

Por lo cual la localidad tiene la urgente necesidad de la construcción de un sistema de Alcantarillado Sanitario de aguas provenientes de viviendas de dos urbanizaciones y el colegio Simón Bolívar de la comunidad.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar el alcantarillado sanitario mediante el sistema Condominial,y una red pública para mejorar la calidad de vida de los pobladores de la localidad de la Victoria.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar los servicios básicos de la población de estudio e identificar la población.
- Determinar los caudales mínimos y máximos de los efluentes.

- Determinación de los parámetros de diseño de la red de alcantarillado.
- Calcular los estudios de costos del proyecto.
- Realizar las especificaciones técnicas del proyecto con este nuevo sistema Condominial.

1.3.3. Hipotesis

a. Hipótesis General

La implementación de un sistema de alcantarillado sanitario tipo condominial en la localidad de la Victoria, mejorará la salud y el bienestar de la población, reduciendo la contaminación del medio ambiente y aumentando la calidad de vida de los habitantes.

b. Hipótesis Específicas

1. Mejora de la salud: La implementación del sistema de alcantarillado condominial reducirá la incidencia de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento básico en un 30% en los primeros 2 años.
2. Reducción de la contaminación: El sistema de alcantarillado condominial reducirá la cantidad de aguas residuales que se vierten al medio ambiente en un 80% en los primeros 5 años.
3. Aumento de la calidad de vida: La implementación del sistema de alcantarillado condominial mejorará la calidad de vida de los habitantes, aumentando la satisfacción con el servicio de saneamiento en un 90% en los primeros 2 años.
4. Participación comunitaria: La participación de la comunidad en la gestión y mantenimiento del sistema de alcantarillado condominial será alta, con un 80% de los habitantes participando en las actividades de mantenimiento y gestión en los primeros 2 años.

Variables

- Variable independiente: Implementación del sistema de alcantarillado condominial

- Variables dependientes:Salud de la población
- Contaminación del medio ambiente
- Calidad de vida de los habitantes
- Participación comunitaria

Indicadores

- Indicadores de salud: Incidencia de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento básico
- Indicadores de contaminación: Cantidad de aguas residuales que se vierten al medio ambiente
- Indicadores de calidad de vida: Satisfacción con el servicio de saneamiento
- Indicadores de participación comunitaria: Porcentaje de habitantes que participan en las actividades de mantenimiento y gestión del sistema

1.4. Justificación del Problema

- Contar con estudio de Alcantarillado sanitario a diseño final como una alternativa de solución a sus problemas de saneamiento básico al Municipio de San Lorenzo, para posteriormente empalmar a la red principal de la localidad de Tarija.
- Contribuir con un estudio guía y este estudio guía puede ayudar a futuros proyectos con el "Método Condominial" :
- Este estudio guía puede ayudar a futuros proyectos con el método condominial de varias maneras:

1. Mejora la eficiencia: Al seguir los pasos y conceptos presentados, los futuros proyectos pueden evitar errores comunes y reducir el tiempo de diseño y construcción.

2. Aumenta la calidad: La aplicación de la norma NB 688 y la ecuación de Manning garantiza que los sistemas de alcantarillado sanitario condominial sean diseñados y construidos con calidad y seguridad.

3. Reduce costos: Al evitar errores y mejorar la eficiencia, los costos de diseño y construcción pueden ser reducidos.

4. Fomenta la sostenibilidad: El método condominial es una solución sostenible y comunitaria para la gestión de aguas residuales, y este estudio guía puede ayudar a promover su adopción.

5. Capacita a profesionales: El estudio guía puede servir como recurso para capacitar a profesionales en el diseño y construcción de sistemas de alcantarillado sanitario condominial.

Impacto en la Comunidad

- Mejora la salud y el bienestar de la comunidad

- Reduce la contaminación del medio ambiente

- Fomenta la participación comunitaria en la gestión de servicios básicos

- Para implementar este estudio guía en un proyecto específico, te recomiendo seguir estos pasos:

1.- Definir el proyecto: Identifica el objetivo del proyecto, la zona a servir y la población.

2.- Objetivo. Recopilar datos: Obtén información sobre la topografía, geología, clima y uso del suelo de la zona.

3.- Aplicar el estudio guía: Utiliza los conceptos y pasos presentados en el estudio guía para diseñar y planificar el proyecto.

4.- Adaptar a las necesidades específicas: Ajusta el estudio guía a las necesidades y características específicas del proyecto.

5.- Verificar y validar: Verifica que el diseño y planificación cumplan con los requisitos de la norma NB 688 y ajusta según sea necesario.

2. CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO

2.1. Tipos de sistemas de Alcantarillado Sanitario

2.1.1. Sistemas convencionales

Los sistemas de alcantarillado convencionales son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o pluviales hasta los sitios de disposición final.

Los tipos de sistemas convencionales son: El alcantarillado separado y el alcantarillado combinado. En el primero, tanto las aguas residuales como las pluviales son recolectadas y transportadas mediante sistemas independientes; es decir, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial, mientras que, en el tipo combinado, esto se hace por el mismo sistema (NB 688, 2007).

2.1.2. Sistemas no convencionales

Los sistemas de alcantarillado no convencionales son sistemas de menor costo basados en consideraciones de diseño adicionales y en una tecnología disponible para su operación y mantenimiento.

Dentro de estos sistemas alternativos están los denominados alcantarillados condominiales, los alcantarillados sin arrastre de sólidos, los alcantarillados modulares 100 % con material plástico y los alcantarillados simplificados. Los sistemas no convencionales deben constituir alternativas de saneamiento, cuando partiendo de sistemas in situ, se incrementa la densidad de población (NB 688, 2007).

2.2. Componentes de un sistema de alcantarillado

Los componentes de un sistema de alcantarillado sanitario son los siguientes:

Redes públicas

- Colectores troncales
- Interceptores
- Bombeo
- Emisarios

- Tratamiento, incluyendo bombeo, estaciones de tratamiento y disposición final.

2.3. Método Condominial

El sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial es una alternativa innovadora más económica al sistema convencional, y para mejorar la salud y el bienestar de las comunidades.

2.3.1. Alcantarillado Sanitario Condominial: Conceptos Clave.

- Sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales diseñado para un grupo de viviendas (condominio o barrio).

- Utiliza tuberías de menor diámetro (100-150 mm) y se entierra a menor profundidad en el sistema de alcantarillado sanitario condominial

2.3.2. Características del Método Condominial

1. Diseño simplificado: Red de tuberías más simple y económica.

2. Participación comunitaria: La comunidad se organiza para el mantenimiento y operación.

3. Flexibilidad: Adaptable a terrenos irregulares o zonas de baja densidad.

4. Costo reducido: Menos excavación, tuberías más baratas.

2.3.3. Aplicación de Conceptos en un Proyecto de Alcantarillado Sanitario Condominial

Para aplicar estos conceptos en un proyecto específico, te recomiendo seguir estos pasos:

1. Definir el alcance del proyecto: Identifica la zona a servir, la población objetivo y los objetivos del proyecto.

2. Recopilar datos: Obtén información sobre la topografía, geología, clima y uso del suelo de la zona.

3. Diseño hidráulico: Aplica la ecuación de Manning para determinar la velocidad y caudal del flujo.

- Verifica que la velocidad sea mayor a 0,6 m/s para evitar sedimentación.

- Verifica que la tensión tractiva sea suficiente para evitar taponamientos.

4. Selección de tuberías: Elige tuberías que cumplan con la norma NB 688 y sean adecuadas para el caudal y presión esperados.

5. Diseño de cámaras de inspección y limpieza: Ubica cámaras de inspección y limpieza según la norma NB 688.

6. Verificación y ajuste: Verifica que el diseño cumpla con los requisitos de la norma NB 688 y ajusta según sea necesario.

Herramientas y Recursos

- Software de diseño de sistemas de alcantarillado (ej. Auto cad , Land Cad ,Civil ,SewerCAD, WaterCAD)Norma NB 688
- Estudio guía de alcantarillado sanitario condominial
- Equipo de profesionales capacitados
- Próximos Pasos Identificar los recursos necesarios para el proyecto
- Establecer un cronograma y presupuesto
- Iniciar la implementación del proyecto.

2.3.4. **Componentes del Sistema**

1. Red de tuberías: Conecta las viviendas al colector principal.

2. Cámaras de inspección: Para mantenimiento y limpieza.

3. Colector principal: Transporta las aguas residuales al tratamiento.

2.3.5. **Ventajas**

1. Costo efectivo: Menor inversión inicial y mantenimiento.

2. Mejora la salud: Reduce la contaminación y enfermedades.

3. Sostenibilidad: Fácil mantenimiento y operación comunitaria.

2.3.6. **Desafíos**

1. Riesgo de taponamientos: Requiere mantenimiento regular.

2. Limitaciones de caudal: No apto para zonas con mucha población o industria.

2.4. Hidráulica: Flujo Libre y Ecuación de Manning

Flujo libre: El agua fluye por gravedad, sin presión.

Ecuación de Manning: $V = (1/n) * R^{(2/3)} * S^{(1/2)}$

V: velocidad del flujo (m/s)

n: coeficiente de rugosidad

R: radio hidráulico (m)

S: pendiente del tubo (m/m)

Requisitos para: Diseño hidráulico

Definir el alcance del proyecto: Identifica la zona a servir, la población objetivo y los objetivos del proyecto.

Recopilar datos: Obtén información sobre la topografía, geología, clima y uso del suelo de la zona.

Diseño hidráulico: Aplica la ecuación de Manning para determinar la velocidad y caudal del flujo.

- Verifica que la velocidad sea mayor a 0,6 m/s para evitar sedimentación.
- Selección de tuberías: Elige tuberías que cumplan con la norma NB 688 y sean adecuadas para el caudal y presión esperados.
- Profundidad y pendiente de las tuberías : Verifica que el diseño cumpla con los requisitos de la norma NB 688 y ajusta según sea necesario.
- Diseño de cámaras de inspección y limpieza: Ubica cámaras de inspección y limpieza según la norma NB 688.

2.5. Norma Boliviana NB 688

Estándar para el diseño y construcción de sistemas de alcantarillado sanitario.

El Sistema de Alcantarillado Condominial según la Norma Boliviana NB 688.

La Norma Boliviana NB 688 establece los requisitos y criterios para el diseño, construcción y operación de sistemas de alcantarillado sanitario condominial. A continuación, se presentan los fundamentos teóricos clave:

1. Definición y Objetivos

- El sistema de alcantarillado condominial es un conjunto de tuberías, cámaras de inspección y otros componentes que recolectan y transportan aguas residuales de un grupo de viviendas o edificios a un sistema de tratamiento o disposición final.
- El objetivo es proporcionar un servicio de alcantarillado sanitario seguro y eficiente a la comunidad.

2. Criterios de Diseño

- Población de diseño: La población a servir se calcula considerando la densidad poblacional y el crecimiento futuro.
- Caudal de diseño: El caudal de diseño se calcula considerando la contribución de aguas residuales domésticas, industriales y pluviales.
- Velocidad y tensión tractiva: La velocidad mínima es de 0,6 m/s y la tensión tractiva mínima es de 1,0 Pa.3. Componentes del Sistema

3. Componentes del Sistema

- Tuberías: Deben ser resistentes a la corrosión y tener una vida útil mínima de 30 años.
- Cámaras de inspección: Deben ser diseñadas para facilitar la inspección y mantenimiento del sistema.
- Conexiones domiciliarias: Deben ser diseñadas para evitar la entrada de aguas pluviales y otros contaminantes.

4. Requisitos de Construcción y Operación

- Materiales: Los materiales y equipos (anexo2) utilizados deben cumplir con las normas bolivianas correspondientes.
- Procedimientos de construcción: Deben seguirse procedimientos de construcción adecuados para garantizar la calidad del sistema.
- Mantenimiento y operación: El sistema debe ser mantenido y operado regularmente para garantizar su funcionamiento adecuado.

2.6. Tensión Tractiva

La Tensión Tractiva es un parámetro fundamental en el diseño de sistemas de alcantarillado, ya que determina la capacidad del flujo de aguas residuales para arrastrar sólidos y evitar la sedimentación:

- Fuerza que actúa sobre las paredes del tubo debido al flujo de agua.

- Importante para evitar sedimentación y taponamientos.

  - $\tau = \rho * g * R * S$

- τ: tensión tractiva (Pa)
- ρ: densidad del agua (kg/m^3)
- g: aceleración de la gravedad (m/s^2)
- R: radio hidráulico (m)
- S: pendiente del tubo (m/m)

La Tensión Tractiva según la norma boliviana se refiere a la fuerza de arrastre ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y, en consecuencia, sobre el material depositado.

Valores Mínimos Recomendados Tensión Tractiva mínima (Tmin): 1 Pa.(Pascal).

En tramos iniciales de colectores (arranque): 1 Pa, y no menor a 0,6 Pa.

Consideraciones Adicionales

- Cuando hay dudas sobre la calidad de la construcción, se recomienda un valor mínimo de tensión tractiva de 1,5 Pa

- La norma boliviana NB688 establece criterios para el diseño de sistemas de alcantarillado, incluyendo la tensión tractiva y la pendiente mínima
- Para obtener más información, se recomienda consultar la norma boliviana NB688 y otros documentos relevantes

3. CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL ÁREA

3.1. Ubicación

La República de Bolivia se encuentra situada en la región central de América del Sur, y cuenta con una superficie de 1.098.581 km² está delimitada geográficamente entre las 9 º30' y 22º53' de latitud sur y entre 57º20' y 69º40' de longitud occidental, limita al norte y al este con Brasil, al sureste con Paraguay, al sur con Argentina, al oeste con Perú y al suroeste con Chile. La capital constitucional es Sucre y la sede del gobierno es La Paz.

Figura 1 Mapa del estado plurinacional de Bolivia



Fuente: (IGM - Instituto Geográfico Militar, 2025)

El departamento de Tarija está ubicado al sur de la República de Bolivia; limita al norte con el departamento de Chuquisaca al sur con la República Argentina, al este con la República del Paraguay, y al oeste con los departamentos de Chuquisaca y Potosí.

Tiene una extensión de 37623 km^2. la capital del departamento es la ciudad del mismo nombre, con una altura media aproximadamente de 1866 m.s.n.m., situada a 21º3I'00" de latitud sur y los 64º47'00" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Cuenta con 6 provincias y 157 cantones.

El departamento de Tarija se ve influenciada por cordilleras, la totalidad de sus ríos son afluentes de la cuenca de la Plata siendo las más importantes el río Guadalquivir y el río Bermejo.

La Victoria se encuentra ubicada en el departamento de Tarija, y en la provincia Méndez. La Victoria se encuentra a 9 km de la capital del departamento, y pertenece al municipio de San Lorenzo.

El área específica del estudio, que es La Victoria está ubicada al oeste de la ciudad de Tarija encontrándose entre las coordenadas geográficas:

Figura 2 Mapa del Departamento de Tarija



Fuente: (EDUCA, 2025)

De 64º28' 0,26" a 64º45' 36,63”- longitud oeste.

De 20º 29' 3,21” a 20º 29' 9,38”- latitud sud

La Victoria limita al este con Tomatitas, al oeste con el Rincón de la Victoria al norte con Coimata y al sud con Obrajes.

3.2. Topografía

3.2.1. Suelos

El suelo de La Victoria de manera general está formado por materia orgánica, grava y arcilla. A lo largo del camino se encuentran rocas metamórficas (cuarcitas) de diferentes tamaños.

En la clasificación AASTHO el suelo es: A-2-6

Figura 3 Clases de suelos





Fuente: Elaboración propia.

El suelo principalmente en el área estudiada está compuesto principalmente de: Materia orgánica, promedio de 10 a 20 cm.

- Grava de diferente granulometría
- Arcillas

Nota: En las aéreas de estudio no existe arena por el fuerte metamorfismo existente en la zona.

Los conglomerados son de origen fluvial o de origen aluvial. Las arcillas son de origen lacustre. Suelo heterogéneo.

- No sufren transporte (suelto no compacto), son fáciles de reconocer en el campo.
- Son de granulometría heterogénea, las formas de los granos son angulosas.

- Son permeables ,porosos
- Rio con abundantes rodados de cuarcitas

Figura 4 Muestra de material existente en el río La Victoria



Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Extensión

El área de estudio se encuentra en la Victoria la cual está constituida aproximadamente por 69.45 Ha.

En la urbanización La Victoria la que tomaremos en cuenta tiene un área a servir en el proyecto, será de 35.85 Ha.

3.2.3. Clima

Considerando que los parámetros de temperatura y humedad son factores determinantes para definir el tipo de clima de un lugar. Esta región situada en los valles llamados "mesotérmicos", presentan temperaturas más bajas que de los Yungas las zonas en estudio por sus peculiaridades orográficas presentan las siguientes características: Clima templado.

En el área no existen estaciones meteorológicas, por esta razón se realiza el análisis climático sobre la base de los datos históricos de estaciones meteorológicas cercanas

al área en estudio, es decir se utiliza los datos meteorológicos de la estación Coimata, teniendo los siguientes datos.

Temperatura media 20ºC

Precipitación media anual 589 mm.

Fuente: a partir de datos del Compendio Meteorológico SENAMHI 1998 (SENAMHI, 1998).

3.2.4. **Altitud**

La comunidad de La Victoria tiene una altitud media de 2250 msnm. , no tiene un área urbana consolidada, es decir, es un área rural constituida por viviendas dispersas a lo largo de la carretera Tarija

3.2.5. **Datos Hidrológicos**

En la zona de Coimata existe una estación pluviométrica, en base a los datos y registros de la estación más cercana a la comunidad respectivamente, todos los datos fueron recabados en el SENAMHI.

Las precipitaciones máximas registradas se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla 1 Precipitaciones Máximas

Año	Precipitación mm	Año	Precipitación mm
1995	56,40	2009	45,30
1996	61,40	2010	60,50
1997	37,00	2011	32,00
1998	48,20	2012	43,10
1999	58,20	2013	53,20
2000	66,60	2014	60,70
2001	56,80	2015	47,30
2002	46,60	2016	70,20
2003	70,20	2017	60,00
2004	5,60	2018	62,10
2005	56,40	2019	58,20
2006	43,20	2020	46,20
2007	59,80	2021	71,60
2008	44,10	2022	60,00

Fuente: SENAMHI Tarija

3.3. Población actual y estado del agua potable

3.3.1. Población

La comunidad de la Victoria cuenta con una población de 899 habitantes de acuerdo al censo del año 2012, los cuales tienen diferentes actividades como agricultura, panaderías, comercios, etc.

La Norma Boliviana presenta una tabla para ser aplicada los métodos de acuerdo al tamaño de la población.

Tabla 2 Aplicación de los métodos de cálculo para la estimación de la población futura

Método	Población (habitantes)			
	Hasta 5000	**de 5001 a 20000**	**de 20001 a 100000**	**Mayores a 100000**
Aritmético	x	x		
Geométrico	x	x	x	x
Exponencial	x(2)	x(2)	x(1)	x
Curva logística				x

Fuente: (NB 688, 2007).

Nota: (1) Optativo, recomendado (2) Sujeto a justificación

3.3.2. Estado del agua potable

- **Servicios Públicos**

En la zona se tiene algunos servicios básicos que se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 3 Distribución de agua en la zona

Red de distribución	230
Pileta pública	3
Pozo con bomba	1
Vertiente	3
Acequia	0
Total	236

Fuente: (INE, 2025).

Tabla 4 Sistemas Sanitarios

Total viviendas	al alcantarillado	a una cámara séptica	a un pozo ciego	a la superficie (calle/ quebrada/ río)	Sin Respuesta
283	-	45	150	0	88

Fuente: (INE, 2025).

Tabla 5 Existencia de baños

Total viviendas	**Tiene baño**	**No Tiene baño**	**Sin Respuesta**
283	195	76	12

Fuente: (INE, 2025).

3.4. Periodo de Diseño

La norma boliviana recomienda el periodo de diseño en función a la población y en función de los componentes.

3.4.1. En función a la población

Localidades de 1000 a 15000 habitantes 10 a 15 años.

Localidades de 15000 a 50000 habitantes 15 a 20 años

Localidades con más de 50000 habitantes 30 años

Sin embargo, puede ser mayor o menor siempre que el proyectante justifique el periodo de diseño elegido.

3.4.2. En función a los componentes

Tabla 6 Tiempo de vida de los componentes del sistema de alcantarillado

Componentes	**Periodo – años**
Colector	20 a 30
Interceptor	30 a 50

Emisor	30 a 50

3.5. Censo

Se presenta en el siguiente cuadro en el censo 2012 que se realizó en la localidad de Victoria

Tabla 7 Censo poblacional

Nº de vivienda
283

TOTAL Habitantes	**0-3 años**	**4 - 5 años**	**6 - 19 años**	**20 - 39 años**	**40 - 59 años**	**60 – más años**
899	81	28	254	290	160	86

Fuente: (INE, 2025).

3.6. Cálculo de la Población a Servir

En el primer procedimiento actualizaremos la población porque el censo fue realizado por el INE el año 2012, lo que necesitamos es obtener la población actual, y calculamos con los métodos aritmético y geométrico.

Se tomará en cuenta el índice de crecimiento de la ciudad de Tarija ya que en el tiempo la red de la población de La Victoria se unirá a está.

3.6.1. **Método Aritmético**

$$P_f = P_0\left(1 + \frac{iT}{100}\right) \qquad (3.6.1.1)$$

Donde:

P_0 = población inicial 899 habitantes

T = 13 años

i = 2,6 %

$$P_{actual} = 899\left(1 + \frac{2{,}6\ x\ 13}{100}\right)$$

$$P_{actual} = 1202{,}86\ \ habitantes$$

3.6.2. **Método Geométrico**

$$P_f = P_0\left(1 + \frac{i}{100}\right)^T \qquad (3.6.2.1)$$

$$P_{actual} = 899\left(1 + \frac{2{,}6}{100}\right)^{13}$$

$$P_{actual} = 1255{,}09\ \ habitantes$$

Asumimos una población de 1256 habitantes que vendrán a ser nuestra población actual.

3.6.1. **Nivel Freático**

El nivel freático se encuentra solo en la zona noroeste de la victoria lo cual está entre los 67 y 100 mts. de profundidad. También se hizo perforaciones en diferentes lugares sin tener un nivel freático.

4. CAPITULO IV: PARAMETROS DE DISEÑO

4.1. Generalidades

Para determinar las bases de cálculo de caudales se debe dejar establecido que el sistema de alcantarillado, será separado, y no combinado es decir no captar las aguas superficiales de la localidad, esto en razón de los siguientes conceptos.

a) El sistema existente, en la ciudad de Tarija es separado.
b) Las aguas residuales o servidas deben ser tratadas, es decir, se empalmará a la red pública de la cooperativa COSAALT, que ya tiene una planta de tratamiento de aguas residuales.
c) Los colectores no serán de diámetros grandes como los que se utilizaría si el sistema es combinado.
d) La topografía de la comunidad y la presencia del río la Victoria, permite un adecuado lugar de descarga para las aguas del alcantarillado pluvial.

4.2. Aguas Servidas

Agua residual doméstica es el producto de los desechos de la actividad del hombre. Estas aguas están compuestas en un 99,9 % de agua y un 0,1 % de grasa, restos de comida, orina, heces fecales, jabón, fibra, entre otros. Estas aguas están cargadas por gérmenes patógenos, debido a su composición, lo que las convierte en un líquido agresivo difícil de tratar, se identifica por su color gris pardo y su olor característico, debido a que en la descomposición de la materia orgánica que trae consigo, que se genera gases de naturaleza ácida como el metano (CH_4), el anhídrido sulfuroso (CS_2) y el amoniaco (NH_3) que atacan y destruyen las tuberías, sin embargo; al alcantarillado sanitario también pueden descargar establecimientos industriales o finalmente aquellas aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que pueden infiltrarse en las tuberías del alcantarillado de aguas servidas.

4.3. Consumo de Agua Potable

Debido a que las aguas residuales de una población son el reflejo del servicio de agua potable, es válido el criterio de aceptar como aguas residuales un porcentaje de la

dotación de agua potable.

Para el caso de nuevos sistemas de agua potable con conexiones domiciliarias, la dotación media diaria puede ser obtenida sobre la base de la población y la zona geográfica.

La dotación media diaria se refiere al consumo anual total previsto en un centro poblado y dividido por la población abastecida y el número de días del año. Es el volumen equivalente de agua utilizado por una persona en un día según la Norma Boliviana tenemos la siguiente tabla.

Tabla 8 Dotación media l/hab/día

Zona	Población					
	Hasta 500 Hab.	De 500 a 2000 Hab.	De 2000 a 5000 Hab.	De 5000 a 20000 Hab.	De 20000 a 100000 Hab.	Más de 100000 Hab.
Altiplánica	30 – 50	30 – 70	50 – 80	80 – 100	100 – 150	150 – 200
De los Valles	50 – 70	50 – 90	70 – 100	100 – 140	150 – 200	200 – 300
De los Llanos	70 – 90	70 - 110	90 – 120	120 – 180	200 – 250	250 – 350

Fuente: Norma Boliviana (NB 688, 2007)

4.4. Estimación de la Población Futura

La Norma Boliviana presenta una tabla para ser aplicada los métodos de acuerdo al tamaño de la población.

Tabla 9 Aplicación de los métodos de cálculo para la estimación de la población futura

Método	Población (habitantes)			
	Hasta 5000	de 5001 a 20000	de 20001 a 100000	Mayores a 100000
Aritmético	x	x		
Geométrico	x	x	x	x
Exponencial	x(2)	x(2)	x(1)	x
Curva logística				x

Fuente: (NB 688, 2007).

Nota:

(1) Optativo, recomendado

(2) Sujeto a justificación

A continuación, se calcula la población futura con los métodos aritmético y geométrico utilizando lo que recomienda la norma boliviana

4.4.1. **Método Aritmético**

$$P_f = P_{actual}\left(1 + \frac{iT}{100}\right) \qquad (4.1)$$

Donde:

P_{actual} = población inicial 1256 habitantes

T = 25 años

i = 2 %

$$P_f = 1256\left(1 + \frac{2\ x\ 25}{100}\right)$$

$$P_f = 1884\ \ habitantes$$

4.4.2. **Método Geométrico**

$$P_f = P_0\left(1 + \frac{i}{100}\right)^T \qquad (4.2)$$

$P_f = 1256\left(1 + \frac{2}{100}\right)^{25}$, $P_f = 2060{,}6\ \ habitantes$

Asumimos una población de 2061 habitantes que vendrán a ser nuestra población futura.

4.5. Cálculo de la densidad

Para el cálculo de la densidad del cantón La Victoria tomamos en cuenta el área a servir, es decir 35.85 Ha. Con este dato se calcula la densidad inicial y futura

$$D = \frac{Población}{área} \qquad (4.3)$$

Donde:

D: es la densidad.

Por lo tanto, para una población actual inicial de 1256 habitantes se tiene:

$$D = \frac{1256\ hab.}{35{,}85\ Ha.} = 35{,}03\ \frac{hab.}{Ha}.$$

Para una población futura de 2061 hab.

$$D = \frac{2061\ hab.}{35{,}85\ Ha.} = 57{,}49\ ha./Ha$$

4.6. Dotación Futura de Agua

La dotación media diaria puede incrementarse de acuerdo a los factores que afectan el consumo y se justifica por el mayor hábito en el uso de agua y por la disponibilidad de la misma. Por lo que se debe considerar en el proyecto una dotación futura para el periodo de diseño, la misma que debe ser utilizada para la estimación de los caudales de diseño.

Para el cálculo de la dotación futura se debe estimar según la Norma Boliviana un incremento anual entre el 0,5 % y el 2 % de la dotación media diaria, aplicando la siguiente fórmula:

$$D_f = D_0(1 + \frac{d}{100})^t \qquad (4.4)$$

Donde:

D_f Dotación futura en l/hab/día

D_0 Dotación inicial en l/hab/día

d Variación anual de la dotación en porcentaje

t Número de años de estudio en años

Para nuestro proyecto se tomará los siguientes valores:

D_0 será la media tomado de la Tabla 8

D_0 = (70+100)/2 = 85 l/hab/día

$d = \frac{0,5+2}{2} = 1,25\ \%$

t = 25 años

Por lo tanto, la dotación futura es:

$D_f = 85\left(1 + \frac{1,25}{100}\right)^{25} = 115,9$ l/hab/día

Asumo una dotación futura de:

$D_f = 116$ l/hab/día

4.7. Coeficiente de Recuperación

En general la cantidad de aguas servidas, está en función del abastecimiento de agua potable, del volumen del agua dotado a la ciudad debe reducirse, la cantidad de agua que no llega a la alcantarilla, como ser el agua utilizada en el lavado de autos, la cantidad de agua destinada al riego de jardines, etc.

Los coeficientes de recuperación pueden variar entre 0,70 y 1,30; teniéndose en cuenta los tipos de abastecimiento de la ciudad (públicos y particulares)

Fair y Geyer (Fair, Geyer, & Okum, 1976) para las conducciones Norteamericanas indican 0,6 a 0,7; en Brasil por su parte utiliza comúnmente, coeficiente de 0,75 a 0,85.

Para la ciudad de Tarija, en el proyecto del alcantarillado sanitario se utiliza un coeficiente de recuperación de 0,80.

4.8. Infiltración

En alcantarillas es inevitable la infiltración de aguas subterráneas, principalmente freático, a través de las fisuras en los colectores, juntas mal ejecutados y en la unión de los colectores con las cámaras de inspección y en las mismas cámaras por las tapas de las mismas, prácticamente durante el estiaje las aguas recibidas en el alcantarillado se deben a las pérdidas de la red de distribución, y en época de lluvias la infiltración estará fuertemente influenciada por el nivel freático. En definitiva, la cantidad de agua infiltrada depende de las características del suelo (permeabilidad), del nivel freático y del estado de los conductos y la estructura de las cámaras de inspección.

Cuando no se tiene previsto la implementación de un sistema de alcantarillado pluvial a corto plazo o mediano plazo, es necesario considerar un mayor aporte de aguas pluviales, desde patios interiores debido a las características especiales de la población, para este propósito se adopta un valor máximo de 2 l/s/Ha.

Según el manual para el cálculo diseño y proyecto de redes de alcantarillado Ing. Waldo Peñaranda (Peñaranda, 2007) se tiene los siguientes valores, que acepta la Norma Boliviana.

Tabla 10 Valores de infiltración en tubos Qi (l/s/m)

	Tubo cemento		**Tubo arcilla**		**Tubo de arcilla vitrificada**		**Tubo PVC**	
Unión con	Cemento goma		Cemento goma		Cemento goma		Cemento goma	
N. freático bajo	0,0005	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,00005
N. freático alto	0,0008	0,0002	0,0007	0,0001	0,0003	0,0001	0,00015	0,0005

Fuente: Manual para el cálculo diseño y proyecto de redes de alcantarillado Ing. Waldo Peñaranda.

4.9. Variación de Caudal

Considerando las variaciones del caudal es necesario indicar, que , están en función de los mismos factores que presiden las variaciones del caudal de abastecimiento de agua potable, aunque las variaciones del caudal de aguas servidas son menores que las correspondientes variaciones del consumo de agua, debido a diversas razones.

- Una parte del agua destinada al consumo de la población no es recibida en la red de alcantarillado.
- La infiltración a lo largo de los colectores atenúa la variación
- El efecto de escurrimiento a lo largo de los conductos libres, regulariza los caudales, disminuyendo los máximos y elevando los mínimos.
- Algunos autores que hicieron estudios sobre este problema proponen utilizar expresiones relacionando el caudal máximo y el caudal medio, por ejemplo.

Babbitt – Buman $$\frac{5}{P\ 0{,}167} \qquad (4.5)$$

air – Geyer $$\frac{18 + P^{\frac{1}{2}}}{4 + P^{\frac{1}{2}}} \qquad (4.6)$$

Flores $$\frac{7}{P^{0,1}} \qquad (4.7)$$

Harmon $$1 + \frac{14}{4 + P^{\frac{1}{2}}} \qquad (4.8)$$

Expresiones en las que presenta la población en miles de habitantes.

4.10. Coeficiente de Aguas Servidas

Los coeficientes para el cálculo de las redes de alcantarillado son usualmente referidos a la unidad de longitud de los colectores y a la unidad de área privada.

El coeficiente de contribución referido a la unidad de longitud es calculado por las expresiones:

$$q = C\frac{q\ k\ p}{86400\ L} \qquad (\ 4.9\ )$$

Donde:

C Coeficiente de recuperación

q dotación de agua potable en l/hab/día

k coeficiente del producto k_1 por k_2

p Población a servir

L longitud de la red de alcantarillado m

El coeficiente unitario de contribución referido a la unidad de superficie puede ser calculado por las siguientes expresiones:

$$q = C\frac{q\ k\ p}{86400\ A} \qquad (\ 4.10\ )$$

Donde:

A es el área a servir.

4.11. Determinación De Caudales

Como ya se indicó anteriormente las aguas residuales o servidas contienen aproximadamente un 99,9 % de agua y un 0,1 % de sustancias minerales y orgánicas en disolución o suspensión lo que determina un peso específico ligeramente superior al del agua, 1001 kg/m^3

Esta pequeña diferencia, permite aplicar al escurrimiento de aguas servidas, las mismas leyes y principios que presiden el movimiento del agua en conductos libres.

Hidráulicamente la colección de agua difiere de la distribución de aguas en tres aspectos fundamentales.

- Las canalizaciones de un sistema de alcantarillado, son calculados como conductos libres, con excepción de las instalaciones de bombeo y los sifones invertidos que trabajan a presión.
- Considerando que cada conexión domiciliaria, lanza su afluente a medida que los artefactos sanitarios van recibiendo los desechos correspondientes a las aguas ya utilizadas, el escurrimiento en los colectores es inestable y frecuentemente no uniforme.
- Las aguas servidas por su composición transportan materiales flotantes, suspendidos y solubles

En estas condiciones el escurrimiento satisface las dos ecuaciones generales

La ecuación de Bernoulli:

$$Z_A + \frac{{V_A}^2}{2g} = Z_B + \frac{{V_B}^2}{2g} + h \qquad (4.11)$$

Siendo h la pérdida de carga entre A y B

Y la ecuación de continuidad

$$Q = V_A A_A = V_B A_B \qquad (4.12)$$

4.11.1. **Caudal de Diseño**

El caudal de diseño, es la totalidad de agua residual que aporta la zona a servir al sistema de alcantarillado, para el diseño de las alcantarillas, se obtiene de la suma del caudal máximo de agua residual de la zona a servir (Q_{max}); más el caudal de infiltración (Q_i) más el caudal de conexiones erradas (Q_e), que generalmente se

presenta como caudales adicionales en los sistemas previstos. En tal sentido la expresión más empleada para el cálculo del caudal de diseño es:

$$Q_d = Q_{max} + Q_i + Q_e \qquad (4.13)$$

Donde:

Q_d = caudal de diseño l/s

Q_{max} = caudal máximo o de punta en la zona a servir l/s

Q_i = caudal de infiltración l/s

Q_e = caudal de conexiones erradas l/s

4.11.2. **Caudal Máximo**

El caudal máximo está en función a la dotación media diaria de agua potable.

La norma boliviana indica que la dotación media diaria puede ser obtenida sobre la base de la población y la zona geográfica dada, según lo especificado en la siguiente tabla.

Tabla 11 Dotación media diaria l/hab x día

Zona	**Población en habitantes**					
	Hasta 500	**De 501 a 2000**	**De 2001 a 5000**	**De 5001 a 20000**	**De 20001 a 100000**	**Más de 100000**
Del altiplano	30 – 50	30 – 70	50 – 80	80 – 100	100 – 150	150 – 200
De los valles	50 – 70	50 – 90	70 – 100	100 – 140	150 – 200	200 – 250
De los llanos	70 – 90	70 – 110	90 – 120	120 – 180	200 – 250	250 – 350

Fuente : Norma Boliviana (NB 688, 2007)

Por tratarse que la localidad de La Victoria se encuentra en la zona de los Valles y está con una población mayor a los 2001 habitantes se adopta para este proyecto la media de una dotación de 85 l/hab x día.

Sin embargo, es necesario también calcular la dotación futura para esta localidad. La norma boliviana indica que la dotación futura se debe estimar con un incremento anual entre el 0.5 % y el 2 % de la dotación media diaria, aplicando la fórmula del método geométrico.

$$D_f = D_0 \left(1 + \frac{d}{100}\right)^T \qquad (4.14)$$

Donde:

D_f = dotación futura en l/hab x día

D_0 = dotación inicial en l/hab x día

d = variación anual de la dotación en porcentaje (entre 0.5 y 2 %)

T = número de años de estudio en años

Por lo que:

$$D_f = 85 \left(1 + \frac{1{,}25}{100}\right)^{25}$$

$$D_f = 115.95 \text{ l/hab x día}$$

Asumimos una dotación futura de acuerdo a la norma boliviana.

$$D_f = 116 \text{ l/hab x día}$$

4.11.3. **Caudal Máximo Diario**

Durante un año se registra un día de consumo máximo, lo cual debe ser satisfecho por el acueducto al extender estas variaciones a todo un año, podemos determinar el día más crítico (máxima demanda) que debe necesariamente ser satisfecho, ya que de lo contrario originaría situaciones deficitarias para el sistema; este corresponde a la definición dada para el consumo máximo diario. Este valor, relacionado con el consumo medio, ha permitido establecer constantes de diseño, apoyados en diversas investigaciones hechas, señalan cifras para el consumo máximo diario.

Las investigaciones revelan los valores de K_1, se señalan en el siguiente cuadro.

Tabla 12 Valores del factor K_1 para diversos países

País	Autor	K_1
Alemania	Hutler	1.6 – 2.0
Brasil	Azevedo Neto	1.2 – 1.5
España	Lazaro Urra	1.5
Estados Unidos	Fair & Geyer	1.5 – 2.0
Francia	Devaube – Imbeaus	1.5
Inglaterra	Gourlex	1.2 – 1.4
Italia	Galizio	1.5 – 1.6
Venezuela	Rivas Mijares	1.2 – 1.5
Bolivia	Norma Boliviana	1.2 – 1.5

Fuente: (NB 688, 2007).

Por lo anterior

$$Q_{\max diaria} = K_1 Q_m \qquad (4.15)$$

Donde

K_1 = factor del $Q_{\max diario}$

Q_m= consumo medio en l/s

Donde el consumo medio es

$$Q_m = \frac{dotación\ x\ población}{86400} \qquad (4.16)$$

4.11.1. **Consumo Máximo Horario**

El valor máximo tomado hora a hora representará la hora de máximo consumo de ese día. Si por definición, tomamos la curva correspondiente al día de máximo consumo, esta hora representará el consumo máximo horario, el cual puede ser relacionado respecto al consumo medio (Q_m) mediante la expresión

Consumo máximo horario = $K_2 Q_m$

De acuerdo a investigaciones que realizarán diferentes autores de diferentes países el valor de K_2 varía entre 200 y 300 por 100, la norma Boliviana sin embargo establece los diferentes valores de K_2 en función de la población.

Tabla 13 Coeficiente K_2

Población habitantes	Coeficiente K_2
Hasta 2000	2.2 – 2.0
De 2001 a 10000	2.0 – 1.80
De 10001 a 100000	1.8 – 1.50
Más de 100000	1.5

Fuente: (NB 688, 2007).

4.12. Coeficiente de Recuperación

Se denomina coeficiente de recuperación, al porcentaje del volumen de agua que se capta en la red del alcantarillado sanitario, del volumen total de la dotación de agua potable, es decir que esta dotación debe reducirse la cantidad de agua que no llega al alcantarillado, esta cantidad de agua que no llega al alcantarillado se pierde en el lavado de movilidades, riego de jardines lavado de fachadas etc. No se debe perder de vista que esta cantidad que llega al alcantarillado sanitario puede verse incrementado por instalaciones particulares e industriales que tienen su propio abastecimiento de agua potable, las conexiones erradas producidas producto de las aguas pluviales.

Fair y Geyer para condiciones Norteamericanas indican 60 a 70 por 100; el Brasil por su parte utiliza comúnmente coeficiente entre el 75 a 85 por 100; Bolivia para la ciudad de Oruro 70 por 100 para Cochabamba 80 por 100 para la ciudad de Tarija 80 por 100, para este proyecto se asume el 80 por 100.

4.13. Coeficiente de Punta

Una vez estimada la población, y después de asumir la dotación media diaria de agua por cada habitante. Así, a partir de una población, se obtiene el consumo teórico para una población, es decir:

$$Q_m = \frac{Dotación\ x\ Población}{86400}$$

Sin embargo, en función al punto 4.12. esta fórmula debe ser afectada por el coeficiente de recuperación, para tener el caudal medio de aguas residuales, es decir

$$Q_{medio} = C\,\frac{Dotación\ x\ Población}{86400}$$

$$Q = \frac{C\ x\ D\ x\ P}{86400} \qquad (4.16)$$

Donde:

Q_m = caudal medio l/s

C = coeficiente de recuperación = 0.8

D = dotación de agua potable l/hab x día

P = población en habitantes

Pero los consumos de dotación media diaria están sometidos a variaciones estacionales diarias, durante la semana y horaria según el intervalo del día. Se define así el coeficiente de punta, como la relación del consumo máximo horario, dentro del día de consumo máximo, al consumo horario medio, dentro del día de consumo medio.

Algunos autores que hicieron estudios sobre este acápite proponen utilizar expresiones relacionando el caudal máximo y el caudal medio; por ejemplo.

Tabla 14 Cálculo del coeficiente de punta

CALCULO DEL COEFICIENTE DE PUNTA	
- Ecuación de Harmon (1000<Pob<100000 habitantes)	$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$
- Ecuación de Crifft (1<Pob<1000 habitantes)	$M = 5 / P^{0.107}$
- Ecuación de Babbit (1<Pob<1000 habitantes)	$M = 5 / P^{0.2}$
- Ecuación de Flores	$M = 7 / P^{0.1}$
- NB 688 (Donde, K_1=1.2 ; K_2=1.5; o valores máximos)	$M = K_1 \cdot K_2$
En todos los casos (Pob = Población) y "P" será igual a: P = Pob/1000	

Fuente: (NB 688, 2007)

$$Harmon\ Q_{max} = Q_m \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}\right) = Q_m M \qquad (4.17)$$

$$Fair - Geyer \quad Q_{max} = Q_m \left(\frac{18 + P^{1/2}}{4 + P^{1/2}}\right) = Q_m M \qquad (4.18)$$

$$Flores \quad Q_{max} = Q_m \left(\frac{7}{P^{0.1}}\right) = Q_m M \qquad (4.19)$$

$$Babbitt - Bauman \quad Q_{max} = Q_m \left(\frac{5}{P^{0.167}}\right) = Q_m M \qquad (4.20)$$

Donde

Q_{max} = caudal máximo l/s

Q_m = caudal medio l/s

P = población en miles de habitantes

M = coeficiente de punta

Los coeficientes de aguas servidas para el cálculo de las redes de alcantarillado son usualmente referidos a la unidad de longitud de los colectores y a la unidad de área servida.

El coeficiente de contribución referido a la unidad de longitud es calculado por las expresiones:

$$q_E = C\frac{qMP}{86400\ L} \qquad (\ 4.21\ )$$

$$q_E = C\frac{qMDA}{86400\ L} \qquad (\ 4.22\ )$$

Donde:

C = coeficiente de recuperación = 0.8

q = es la dotación de agua potable en l/hab x día

M= es el coeficiente de variación de Harman

P = es la población de proyecto Hab.

L = es la longitud de la red de alcantarillado en m

D = es la densidad de la población en hab/Ha.

A = es el área servida por el proyecto en Ha.

q_E = es el coeficiente unitario del caudal de aguas servidas en l/s/m.

El coeficiente unitario de contribución referido a la unidad de superficie puede ser calculado por las siguientes expresiones:

$$q_e = \frac{CqMP}{86400\ A} \qquad (\ 4.23\ )$$

$$\text{ó} \quad q_e = \frac{CqMD}{86400} \qquad (\ 4.24\ )$$

Donde además de lo ya indicado

q_e = es el coeficiente unitario del caudal de aguas servidas en l/s/Has.

Por conveniencia el tipo práctico se utilizará la última fórmula; de principio no se tomará en cuenta el coeficiente de variación por ser esta función del número de habitantes servidos.

Consideración a que la descarga del tanque de un WC produce un caudal aproximado de 2 l/s (11 litros en 5 segundos), este será el caudal mínimo de cálculo.

La experiencia brasilera que es recomendable para América Latina y los propósitos de la Norma Boliviana deduce el valor de M de la multiplicación de los coeficientes k_1 de máximo caudal diario y k_2 de máximo caudal horario estableciendo lo siguiente:

$$Q_{max} = K_1 K_2 Q_m = M Q_m \qquad (4.25)$$

Donde: $M = K_1 K_2$

Donde:

K_1 coeficiente de máximo caudal diario

K_2 coeficiente de máximo caudal horario

4.14. Caudal de Infiltración

No se puede evitar la infiltración de aguas subterráneas principalmente freáticas a través de fisuras en la red de alcantarillado, empalmes mal ejecutados, tapas mal selladas, en las mismas cámaras fisuradas que permiten la infiltración del agua.

Según la Norma Boliviana el coeficiente de infiltración varía según.

a) La altura del nivel freático sobre el fondeo del colector.

b) Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual

c) Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas y cuidado en las construcciones de cámaras de inspección.

Cuando no existe la previsión de implementación de un sistema pluvial a corto o mediano plazo, es necesario un mayor aporte de aguas (SAGUAPAC, 2022)es, desde patios interiores debido a las características especiales de la población, para este propósito se adapta un valor de 2 l/s Ha.

La Norma Boliviana propone los siguientes valores para el caudal de infiltración.

Valores de infiltración en tubos Q_i(l/s/m).

Tabla 15 Valores de infiltración.

	Tubo de cemento		**Tubo de arcilla**		**Tubo de arcilla vitrificada**		**Tubo de PVC**	
Unión con	cemento	goma	cemento	goma	cemento	goma	Pegamento	goma
N freático bajo	0.0005	0.0002	0.0005	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.00005
N freático alto	0.0008	0.0002	0.0007	0.0001	0.0003	0.0001	0.00015	0.0005

Fuente: (NB 688, 2007).

4.15. Caudal de Conexiones Erradas

En los caudales de aguas residuales se deben considerar los caudales pluviales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, las cuales determinan fijar un coeficiente de seguridad del 5 – 10 % del caudal máximo previsto de aguas residuales, es decir:

$$Q_e = (0.05 - 0.10)Q_{max} \qquad (4\text{-}26)$$

Donde:

Q_e : caudal de conexiones erradas

Q_{max} : caudal máximo de aguas residuales

5. CAPITULO V : INGENIERIA DEL PROYECTO

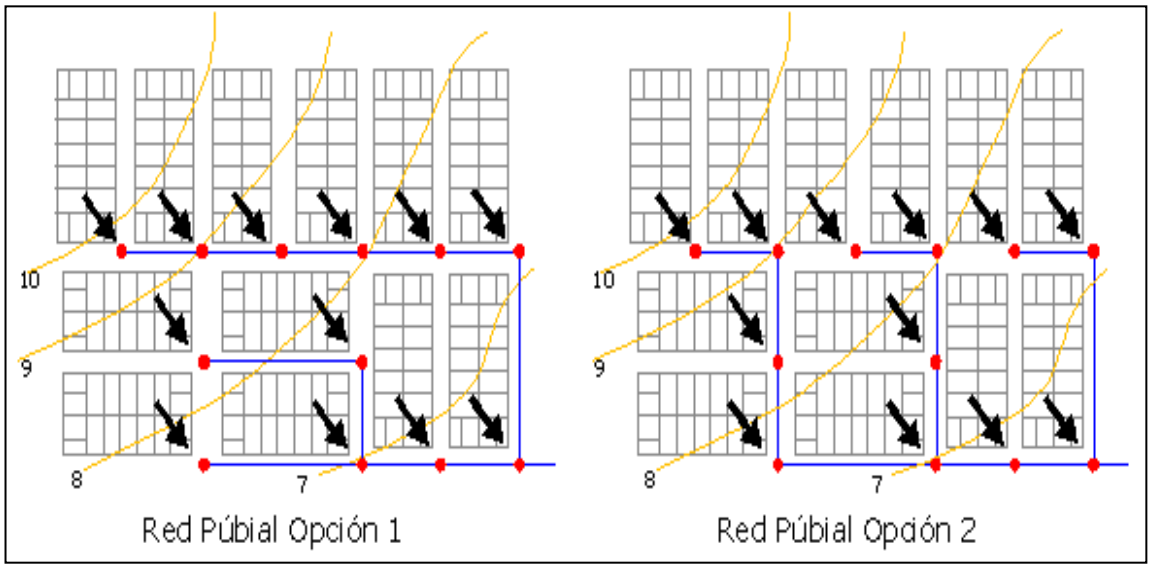
5.1. Red pública

La red pública es el conjunto de tuberías que reciben las aguas residuales de ramales convencionales o condominiales o conexiones domiciliarias. Para el trazado de las redes públicas, el proyectista deberá disponer de:

- Un plano del área del proyecto urbanizada a escala de 1:1000 o de 1:2000, resultado del levantamiento topográfico, con curvas de nivel cada metro y el detalle de manzanos, calles, avenidas, canales, cursos naturales de agua, puentes vehiculares, peatonales, cámaras del sistema de alcantarillado existente, posibles puntos de bombeo, tratamiento y descarga de las aguas residuales.
- Cotas del nivel del terreno en todas las intersecciones de calle (cruceros) y puntos de interés, debidamente referenciados.

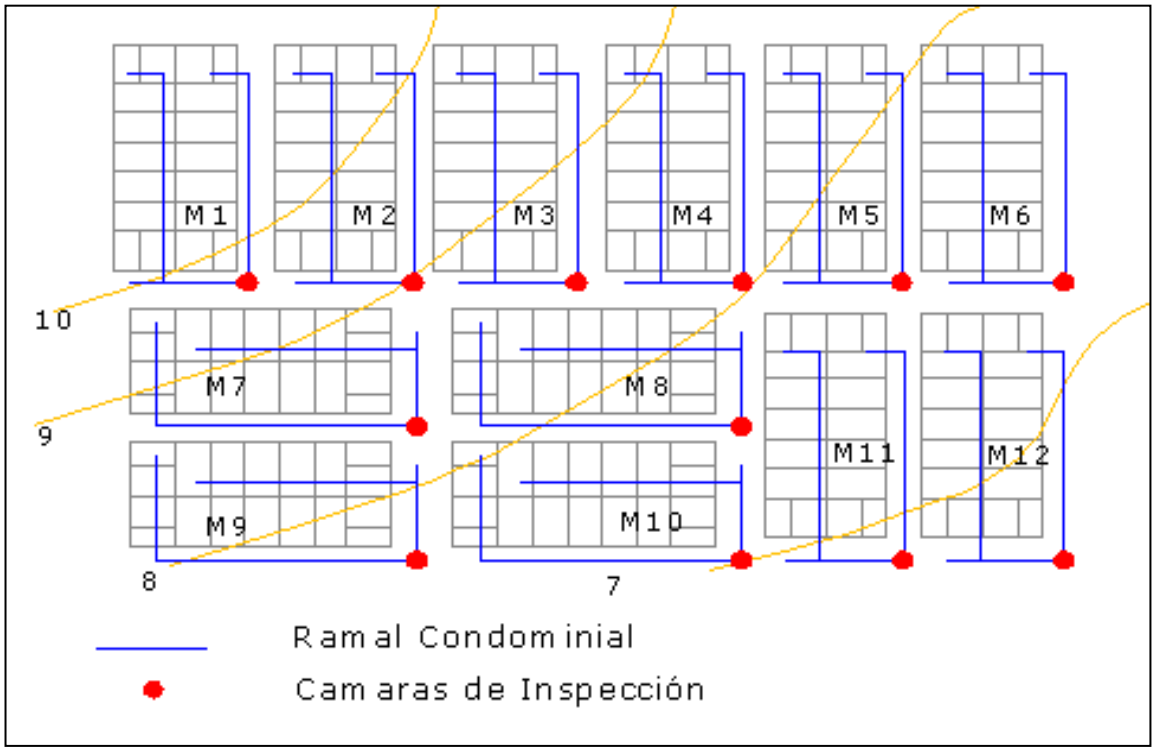
El trazado de las redes públicas se realizará a partir de los puntos de cota más elevada (arranque) hacia el punto de cota más baja (descarga) y siguiendo el drenaje natural del terreno. El proyectista deberá analizar las alternativas de trazado para obtener la menor extensión de red y conectar todos los manzanos. La red pública puede ser ubicada en el centro de calle o avenida. Sin embargo, de preferencia será ubicada en las áreas más protegidas del tránsito vehicular, utilizando siempre que sea posible las aceras, los parques y los jardines existentes. La opción de trazado seleccionada se indica en las figuras siguientes:

Figura 5 Trazado de red pública



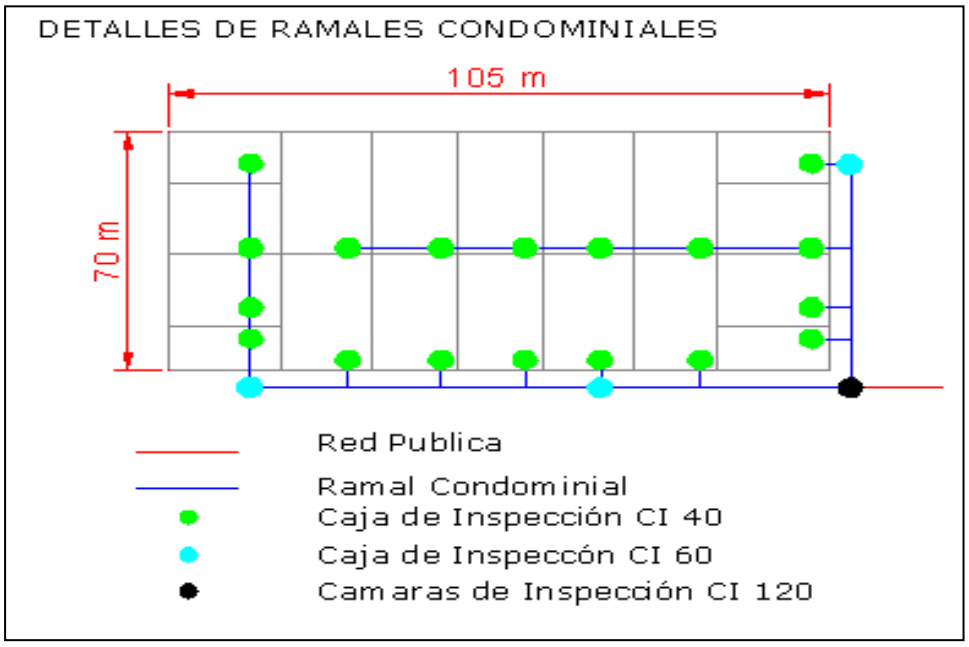
Fuente: (NB 688, 2007).

Figura 6 Red condominial



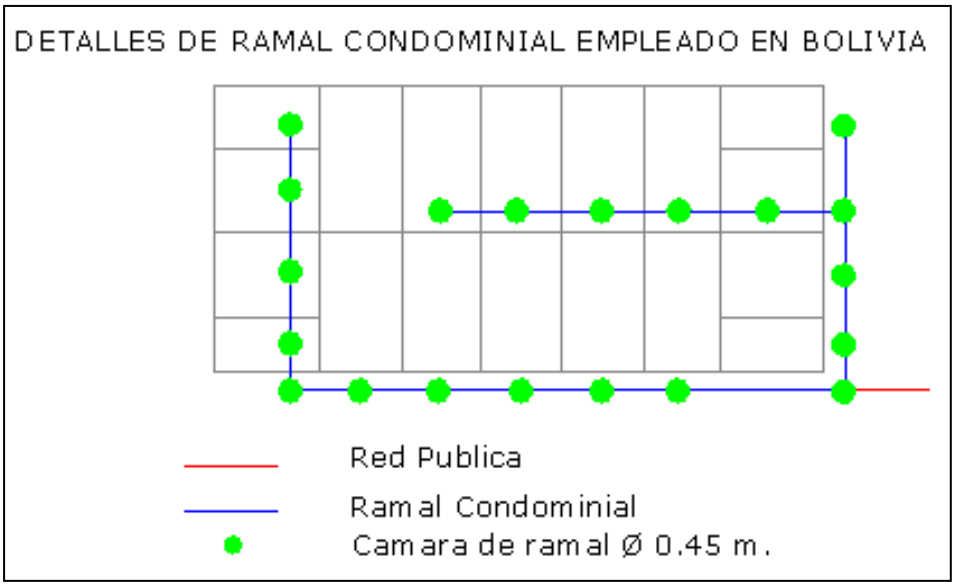
Fuente: (Zambrana, 2001).

Figura 7 Detalles de ramales condominiales



Fuente: (Correa & Perez, 2001).

Figura 8 Detalles de ramal condominial empleado en Bolivia



Fuente: (Correa & Perez, 2001)

5.2. Ramal condominial

El ramal condominial es la tubería que recolecta aguas residuales de un conjunto de edificaciones con descarga a la red pública en un punto.

Según el drenaje natural del terreno, el proyectista definirá la ubicación más probable del ramal condominial que atenderá cada manzano, conectando todas las edificaciones hasta un punto de la red pública.

Según la topografía y el trazado urbano un manzano podrá tener más de un ramal condominial.

La información de cada ramal será incorporada en una tabla, con la siguiente información básica:

- Número de manzano
- Número de ramales
- Longitud prevista para cada ramal
- Número de conexiones en cada ramal.
- Número de habitantes atendidos por ramal.
- Número y tipo de cámaras de inspección.

Para calcular la población atendida por cada ramal, se debe tomar en cuenta que cada lote significa una conexión y puede estar habitado por más de una familia. Una vez registrados todos los manzanos, se determinará la longitud total de los ramales condominiales y la población total del área beneficiada.

En la cuantificación de otros tipos de ocupación, no residenciales, se debe proceder de la misma manera, considerando la población correspondiente a cada ocupación no residencial.

En estos casos, se puede calcular directamente el caudal de contribución de cada ocupación, sin que sea necesario el cálculo total de la población.

Diámetro mínimo El diámetro mínimo de los colectores de alcantarillado sanitario, de acuerdo con las experiencias en Bolivia y Brasil, puede ser de 100 mm (4 pulg). Este valor para el diámetro es suficiente para transportar caudales principalmente en los arranques. El colector puede ser instalado con una pendiente mínima.

Profundidad de instalación La profundidad mínima de instalación de una tubería será definida en función de los siguientes aspectos de acuerdo al libro "Sistemas Condominiales de Alcantarillados Sanitario":

Cuadro 8 Profundidad del recubrimiento - Tubería de PVC

Ubicación del colector	Recubrimiento Mínimo (m)
Red principal por la calzada de la vía pública	0.85
Red principal por las áreas verdes/jardines	0.55
Ramales por el fondo, por las aceras	0.35 – 0,45
Ramales por el fondo, por medio de lotes	0,30

Cuadro 9 Anchos de zanja recomendados (Diámetro 100 y 150 mm)

Redes / ramales	Profundidad de zanja (m)	Ancho de zanja (m)
Redes principales	0.85 - 1.30	0.55 - 0.60
	Mayor a 1.30	0.65
Ramales condominiales	0.45 – 0.60	0.35
	0.60 – 1.20	0.60

Fuente: (Correa & Perez, 2001)

La red convencional se diseña generalmente por el eje de la calzada y con una cámara en el inicio de la red o arranque de una profundidad mínima de 1,50 m y el diámetro mínimo que establece la Norma Boliviana es de 150 mm.

5.3. Actividades previas al cálculo hidráulico

Como parte del proceso de diseño de una red de alcantarillado sanitario, y previo al cálculo hidráulico de la red pública, se debe realizar una serie de análisis y actividades que servirán de apoyo a dicho cálculo. Se da a continuación una breve descripción de estas.

a) Pendiente mínima

Conforme a lo establecido en la Norma Boliviana NB 688, previo al cálculo hidráulico debe ser predeterminada la pendiente mínima para cada diámetro,

de acuerdo a la relación de caudales de la etapa inicial y la capacidad de la tubería para conducir el caudal de diseño futuro ($\frac{Q_{mil}}{Q_{ll}} = 0{,}15$)

b) Trazado de ejes

Los ejes de la red pública deben ser trazados por el centro de las calles, cuidando que se intercepten en un mismo punto. Además, se debe analizar la posibilidad de ubicar la tubería en áreas más protegidas y a menor profundidad.

c) Medición de longitudes

Se medirán las distancias entre crucero y crucero (intersección de calles)

d) Ubicación de cámaras de inspección

Las cámaras de inspección serán ubicadas en los arranques de red, cambios de dirección y pendiente. Las distancias máximas entre la cámara y cámara estarán en función de los equipos de limpieza previstos y disponibles.

e) Áreas tributarias

Los caudales para el diseño de cada tramo serán obtenidos en función a su área tributaria.

Para la delimitación de áreas se tomará en cuenta el trazado de colectores, asignando áreas proporcionales de acuerdo a las figuras geométricas que el trazado configura, la unidad de medida será la hectárea (Ha).

El caudal de diseño será el que resulte de multiplicar el caudal unitario (l/s/Ha) por su área correspondiente.

El tramo podrá recibir caudales adicionales de aporte no doméstico (industria, comercio y público) como descarga concentrada.

f) Numeración de las cámaras de inspección

Las cámaras de inspección serán numeradas a partir de aguas arriba hacia aguas abajo.

g) Determinación de las cotas de terreno

Dependiendo de la topografía de la zona del proyecto, y de acuerdo con las curvas de nivel, se determinarán cada una de las cotas de terreno correspondientes a cada una de las cámaras de inspección.

5.4. Diseño de la red Alcantarrillado

La red pública se diseñará por el método condominial y por el método siguiendo el siguiente procedimiento.

Columna 1 Nombres del tramo.

Es la descripción del tramo colector ,Interceptor y emisor.

Columna 2 y 6 Numeración de las Cámaras

Contempla cámaras de inicio y cámara de llegada.

Columna 3 y 7 Cota Terreno.

En estas columnas se anotan las cotas terreno inicial y final, de cada tramo respectivamente, se obtienen del plano topográfico.

Columna 4 y 8 Cota Radier.

En estas columnas se anotan las cotas radier, inicial y final que difunden de la profundidad asumida en el arranque y de la pendiente calculada.

Columna 5 y 9 Alturas de Cámaras.

Es la altura asumida inicial y final de las cámaras

Columna 10 área propia.

Corresponde al área aferente a cada colector de acuerdo con el plano.

Columna 11 Área acumulada.

Es la suma de las áreas acumuladas que corresponden a los colectores que preceden al tramo que se anota.

Columna 12 Densidad.

Es el valor calculado por la población futura calculada entre el área total a servir

Columna 13 Población parcial.

Es el producto de las columnas (10)*(12)

Columna 14 Población Acumulada.

Es el producto de (11)*(12)

Columna 15 Dotación.

Es la dotación media diaria de la ciudad de Tarija.

Columna 16 y 17 Caudal medio (l/s) y Acumulado.

El calculo del caudal medio se obtiene multiplicando la columna 14 por la dotación y el coeficiente de recuperación (retorno) C.

$$Q_m = \frac{C * Dotación}{86400} * [14]$$

Columna 18 coeficiente de punta.

El coeficiente de máxima horaria de Harmon M .

Columna 19 Caudal máximo.

Caudal máximo horario = $[\mathbf{17}] * [\mathbf{18}]$

Columna 20 Caudal de infiltración.

Es el resultado de multiplicar la columna 27 por el coeficiente de infiltración es decir para este caso 0.00005 (l/s/m).

Columna 21 caudal de Conexiones Erradas.

Este caudal debe ser considerado como porcentaje del caudal máximo, para este caso se adopta 10 % es decir.

$$[19] * 0.1$$

Columna 22 caudal de Aportes puntuales.

Es la contribución de aguas residuales de instituciones públicas, industrias y comerciales será evaluada en forma puntual y como descarga concentrada a la red, en el proyecto se calculó para la escuela Simón Bolívar de la Victoria .

Columna 23 Caudal Acumulado.

Corresponde a la suma $(19) + [20] + [21] + [22]$.

Columna 24 Caudal de diseño.

La Norma Boliviana Nb688 indica que el caudal mínimo de diseño es 2 (l/s). Por lo tanto se toma como caudal de diseño al caudal acumulado, si este es mayor a 2 (l/s).

Columna 25 longitud de cada colector en metros.

Columna 26 longitud Tributaria en metros.

Es la longitud de un colector o varios que convergen a un interceptor o emisario.

Columna 27 longitud acumulada.

Es la suma de las longitudes acumuladas que corresponden a los colectores que preceden al tramo que se anota.

Columna 28 y 29 Diámetro de la tubería en (mm) y en (m).

Debe adoptarse valores de diámetros comerciales, tomando en cuenta las recomendaciones de la Norma Boliviana.

Columna 30 y 31 Pendiente del colector (m/m).

La pendiente será calculada de la diferencia de cotas radier inicial y final, dividido entre la longitud del colector.

$$\frac{[4] - [8]}{[25]}$$

Columna 32 Coeficiente de Rugosidad de Manning (n) (adimensional).

Columna 33 Velocidad a tubo lleno.

$$\boldsymbol{V = \frac{0,397}{[32]} * [29]^{2/3} * [30]^{1/2}}$$

Columna 34 Caudal a tubo lleno.

$$\boldsymbol{Q = \frac{0.312}{[32]} * [29]^{\frac{8}{3}} * [30]^{\frac{1}{2}} * 1000}$$

Columna 35 Relación entre el caudal y el caudal a tubo lleno, obtenido de la tabla 19.

Columna 36 Relación entre la velocidad real y la velocidad a tubo lleno, obtenida de la tabla 19.

Columna 37 Relación entre la lámina de agua y el diámetro de tubería, obtenida de la tabla 19.

Columna 38 Relación entre el radio hidráulico real y el radio hidráulico a tubo lleno. Encontrado en la tabla 19.

Columna 39 velocidad real en m/s.

$$[28] * [37]$$

Se debe verificar que el valor de esta columna no sea menor a 0,6 m/s y no supere los 5m/s.

Columna 34 Velocidad crítica.

Es posible identificar el tipo de flujo en la tubería comparando este valor con la velocidad real este análisis es importante para realizar el control del tirante de escurrimiento.

Si la columna 31 < columna 34 el escurrimiento es sub crítico.

Si la columna 31 >columna 34 el escurrimiento es súper crítico.

En el caso de que el flujo sea sub crítico se debe cumplir las condiciones de tirante mínimo.

En el caso de que el flujo sea super crítico se debe cumplir las condiciones de tirante máximo.

Columna 40 Fuerza Tractiva.

Es el resultado de la multiplicación del peso específico del agua por el radio hidráulico real y la pendiente.

Fuerza tractriz $[Pa] = \frac{9810}{4} * [29] * [30]$

Se debe asegurar que la columna 40 cumpla con la fuerza tractiva mínima.

Ver la planilla de diseño presentada a continuación.

Tabla 16 Relaciones hidráulicas

RELACION	q/Q	0,00	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
v/V	0,0	0,000	0,326	0,398	0,448	0,488	0,522	0,551	0,576	0,599	0,620
d/D		0,000	0,072	0,099	0,119	0,137	0,152	0,167	1,790	0,191	0,203
rh/Rh		0,000	0,186	0,251	0,300	0,341	0,337	0,409	0,437	0,464	0,488
v/V	0,1	0,641	0,658	0,675	0,690	0,705	0,720	0,733	0,746	0,757	0,770
d/D		0,215	0,224	0,234	0,244	0,253	0,262	0,271	0,279	0,287	0,295
rh/Rh		0,513	0,533	0,555	0,573	0,592	0,611	0,627	0,644	0,659	0,675
v/V	0,2	0,781	0,792	0,802	0,813	0,822	0,831	0,840	0,849	0,858	0,866
d/D		0,303	0,311	0,319	0,326	0,334	0,341	0,348	0,355	0,362	0,369
rh/Rh		0,690	0,704	0,718	0,732	0,745	0,758	0,770	0,783	0,794	0,806
v/V	0,3	0,874	0,882	0,890	0,897	0,904	0,911	0,918	0,925	0,932	0,938
d/D		0,376	0,382	0,389	0,395	0,402	0,408	0,415	0,421	0,428	0,434
rh/Rh		0,817	0,828	0,839	0,850	0,860	0,870	0,880	0,880	0,900	0,908
v/V	0,4	0,944	0,950	0,956	0,962	0,968	0,974	0,979	0,985	0,990	0,995
d/D		0,440	0,446	0,452	0,458	0,464	0,470	0,476	0,482	0,488	0,494
rh/Rh		0,918	0,927	0,935	0,943	0,952	0,961	0,969	0,977	0,985	0,992
v/V	0,5	1,000	1,005	1,010	1,015	1,019	1,024	1,028	1,033	1,037	1,041
d/D		0,500	0,506	0,512	0,518	0,523	0,529	0,535	0,541	0,547	0,552
rh/Rh		1,000	1,007	1,015	1,022	1,029	1,036	1,043	1,049	1,056	1,062
v/V	0,6	1,045	1,049	1,053	1,057	1,061	1,065	1,068	1,072	1,075	1,079
d/D		0,558	0,564	0,570	0,576	0,581	0,587	0,593	0,599	0,605	0,611
rh/Rh		1,068	1,075	1,081	1,087	1,093	1,098	1,104	1,110	1,115	1,120
v/V	0,7	1,082	1,085	1,088	1,092	1,095	1,097	1,100	1,103	1,106	1,108
d/D		0,616	0,622	0,628	0,634	0,640	0,646	0,652	0,658	0,664	0,670
rh/Rh		1,125	1,131	1,135	1,140	1,145	1,150	1,154	1,159	1,163	1,167
v/V	0,8	1,111	1,113	1,116	1,118	1,120	1,123	1,125	1,126	1,128	1,130
d/D		0,677	0,683	0,689	0,695	0,702	0,708	0,715	0,721	0,728	0,735
rh/Rh		1,171	1,175	1,179	1,182	1,186	1,189	1,193	1,196	1,199	1,201
v/V	0,9	1,132	1,133	1,135	1,136	1,137	1,138	1,139	1,139	1,140	1,140
d/D		0,742	0,749	0,756	0,763	0,771	0,778	0,786	0,794	0,802	0,811
rh/Rh		1,204	1,206	1,209	1,211	1,212	1,214	1,215	1,216	1,217	1,217

Fuente: (NB 688, 2007).

5.5. Calculo Hidráulico (Planillas)

Planilla de diseño de Alcantarillado Sanitario del La Victoria

col 1	col 2	col 3	col 4	col 5	col 6	col 7	col 8	col 9	col 10	col 11	col 12	col 13	col 14
	Densidad Pobl =	57.49	Hab/Ha			coef. De Punta M =		3.58					
	dotacion =	116	l/hab/día			% conexiones erradass=		10%					
	Coef. Retorno C =	80%	0.8			Area =	35.85	ha.					
	Qd=	0.25	l/hab/ha	se tomara 2 l/s		poblacion =	2061	Habitantes					

NOMBRE DEL TRAMO	CAMARAS								AREA TRIBUTARIA Ha.		POBLACION		
	DE CAMARA				A CAMARA								
	NOMBRE DE CAMARA	COTA TERRENO	COTA RADIER	PROFUNDIDAD	NOMBRE DE CAMARA	COTA TERRENO	COTA RADIER	PROFUNDIDAD	PARCIAL	ACUMULADA	DENSIDAD HaB/Ha	PARCIAL	ACUMULADA
Tramo A	1	2016.27	2015.27	1.00	2	2012.81	2011.96	0.85	0.64	0.64	57.49	36.7936	37
	2	2012.81	2011.94	0.87	3	2010.194	2009.34	0.85	0.64	1.28	57.49	36.7936	74
	3	2010.194	2009.32	0.87	4	2007.144	2006.29	0.85	0.64	1.92	57.49	36.7936	111
	4	2007.144	2006.27	0.87	5	2005.316	2004.47	0.85	0.64	2.56	57.49	36.7936	148
	5	2005.316	2004.45	0.87	6	2004.211	2003.36	0.85	0.64	3.2	57.49	36.7936	184
	6	2004.211	2003.34	0.87	7	2003.105	2002.26	0.85	0.64	3.84	57.49	36.7936	221
	7	2003.105	2002.24	0.87	8	2001.729	2001.25	0.48	0.4	4.24	57.49	22.996	244
	8	2001.729	2001.23	0.50	9	2003.416	2000.39	3.03	0	4.24	57.49	0	244
	9	2003.416	2000.37	3.05	10	1998.733	1998	0.73	0	4.24	57.49	0	244
	10	1998.733	1997.98	0.75	11	1997.229	1996.88	0.35	0	4.24	57.49	0	244
	11	1997.229	1996.86	0.37	12	1998.131	1995.9	2.23	0	4.24	57.49	0	244
	12	1998.131	1995.88	2.25	13	1997.95	1994.92	3.03	0	4.24	57.49	0	244
	13	1997.95	1994.9	3.05	14	1997.052	1994.12	2.93	0	4.24	57.49	0	244
									4.24				
Tramo B	1	2018	2017	1	2	2016.101	2015.12	0.98	0.64	0.64	57.49	36.7936	37
	2	2016.101	2015.1	1	3	2014.995	2014.02	0.98	0.64	1.28	57.49	36.7936	74
	3	2014.995	2014	1	4	2013.187	2012.21	0.98	0.64	1.92	57.49	36.7936	111
	4	2013.187	2012.19	1	5	2011.664	2010.68	0.98	0.64	2.56	57.49	36.7936	148
	5	2011.664	2010.66	1	6	2010.064	2009.08	0.98	0.64	3.2	57.49	36.7936	184
	6	2010.064	2009.06	1	7	2008.542	2007.56	0.98	0.64	3.84	57.49	36.7936	221
	7	2008.542	2007.54	1	8	2007.243	2006.36	0.88	0.35	4.19	57.49	20.1215	241
	8	2007.243	2006.34	0.9	9	2005.877	2005.05	0.83	0.1	4.29	57.49	5.749	247
	9	2005.877	2005.03	0.85	10	2006.53	2004.4	2.13	0.1	12.45	57.49	5.749	716
									4.39				

NOMBRE DEL TRAMO	CAMARAS								AREA TRIBUTARIA Ha.		POBLACION		
	DE CAMARA				A CAMARA								
	NOMBRE DE CAMARA	COTA TERRENO	COTA RADIER	PROFUNDIDAD	NOMBRE DE CAMARA	COTA TERRENO	COTA RADIER	PROFUNDIDAD	PARCIAL	ACUMULADA	DENSIDAD HaB/Ha	PARCIAL	ACUMULADA
Tramo C	1	2023.09	2022.54	0.55	2	2023.687	2022.11	1.58	0.81	0.81	57.49	46.5669	47
	2	2023.687	2022.09	1.6	3	2025.159	2021.23	3.93	0.8	1.61	57.49	45.992	93
	3	2025.159	2021.21	3.95	4	2023.65	2020.32	3.33	0.64	2.25	57.49	36.7936	130
	4	2023.65	2020.3	3.35	5	2021.694	2019.41	2.28	0.55	2.8	57.49	31.6195	161
	5	2021.694	2019.39	2.3	6	2019.902	2017.37	2.53	0.48	3.28	57.49	27.5952	189
	6	2019.902	2017.35	2.55	7	2019.111	2016.18	2.93	0.64	3.92	57.49	36.7936	226
	7	2019.111	2016.16	2.95	8	2017.693	2015.19	2.5	0.64	4.56	57.49	36.7936	263
	8	2017.693	2015.17	2.52	9	2015.227	2014.23	1	0.64	5.2	57.49	36.7936	299
	9	2015.227	2014.21	1.02	10	2013	2012.17	0.83	0.64	5.84	57.49	36.7936	336
	10	2013	2012.15	0.85	11	2011.065	2010.09	0.98	0.64	6.48	57.49	36.7936	373
	11	2011.065	2010.07	1	12	2009.338	2008.36	0.98	0.64	7.12	57.49	36.7936	410
	12	2009.338	2008.34	1	13	2007.293	2006.36	0.93	0.64	7.76	57.49	36.7936	447
	13	2007.293	2006.34	0.95	14	2005.84	2004.99	0.85	0.3	8.06	57.49	17.247	464
									8.06				
Tramo D	1	2026.56	2025.71	0.85	2	2024.945	2024.07	0.88	0.39	0.39	57.49	22.4211	23
	2	2024.945	2024.05	0.9	3	2023.208	2022.43	0.78	0.32	0.71	57.49	18.3968	41
	3	2023.208	2022.41	0.8	4	2020.41	2019.73	0.68	0.32	1.03	57.49	18.3968	60
	4	2020.41	2019.71	0.7	5	2019.736	2018.81	0.93	0.32	1.35	57.49	18.3968	78
	5	2019.736	2018.79	0.95	6	2017.84	2017.01	0.83	0.32	1.67	57.49	18.3968	97
	6	2017.84	2016.99	0.85	7	2015.772	2015.04	0.73	0.32	1.99	57.49	18.3968	115
	7	2015.772	2015.02	0.75	8	2013.96	2013.08	0.88	0.32	2.31	57.49	18.3968	133
	8	2013.96	2013.06	0.9	9	2011.919	2011.14	0.78	0.32	2.63	57.49	18.3968	152
	9	2011.919	2011.12	0.8	10	2009.844	2008.91	0.93	0.32	2.95	57.49	18.3968	170
	10	2009.844	2008.89	0.95	11	2007.435	2006.66	0.78	0.32	3.27	57.49	18.3968	188
	11	2007.435	2006.64	0.8	12	2005.53	2004.03	1.5	0.15	3.42	57.49	8.6235	197
									3.42				
Tramo E	1	2026.61	2025.81	0.8	2	2025.088	2024.06	1.03	0.30	0.3	57.49	17.247	18
	2	2025.088	2024.04	1.05	3	2023.303	2022.32	0.98	0.32	0.62	57.49	18.3968	36
	3	2023.303	2022.3	1	4	2021.34	2020.56	0.78	0.32	0.94	57.49	18.3968	55
	4	2021.34	2020.54	0.8	5	2019.686	2018.66	1.03	0	0.94	57.49	0	55
	5	2019.686	2018.64	1.05	6	2017.767	2016.84	0.93	0.32	1.26	57.49	18.3968	73
	6	2017.767	2016.82	0.95	7	2015.759	2014.93	0.83	0.32	1.58	57.49	18.3968	91
	7	2015.759	2014.91	0.85	8	2014.000	2013.07	0.93	0.32	1.9	57.49	18.3968	110
	8	2014	2013.05	0.95	9	2011.963	2011.16	0.8	0.32	2.22	57.49	18.3968	128
	9	2011.963	2011.14	0.82	10	2009.878	2009.05	0.83	0.32	2.54	57.49	18.3968	147
	10	2009.878	2009.03	0.85	11	2007.507	2006.88	0.63	0.32	2.86	57.49	18.3968	165
	11	2007.507	2006.86	0.65	12	2006.313	2004.81	1.5	0.15	3.01	57.49	8.6235	174
									3.01				

NOMBRE DEL TRAMO	CAMARAS								AREA TRIBUTARIA Ha.		POBLACION		
	DE CAMARA				A CAMARA								
	NOMBRE DE CAMARA	COTA TERRENO	COTA RADIER	PROFUNDIDAD	NOMBRE DE CAMARA	COTA TERRENO	COTA RADIER	PROFUNDIDAD	PARCIAL	ACUMULADA	DENSIDAD HaB/Ha	PARCIAL	ACUMULADA
Tramo F	1	2025.66	2024.66	1	2	2024.544	2023.56	0.98	0.24	0.24	57.49	13.7976	14
	2	2024.544	2023.54	1	3	2022.847	2021.87	0.98	0	0.24	57.49	0	14
	3	2022.847	2021.85	1	4	2020.533	2019.55	0.98	0.64	0.88	57.49	36.7936	51
	4	2020.533	2019.53	1	5	2018.755	2017.78	0.98	0	0.88	57.49	0	51
	5	2018.755	2017.76	1	6	2016.834	2016	0.83	0.64	1.52	57.49	36.7936	88
	6	2016.834	2015.98	0.85	7	2014.894	2014.06	0.83	0.64	2.16	57.49	36.7936	125
	7	2014.894	2014.04	0.85	8	2012.972	2012.14	0.83	0.64	2.8	57.49	36.7936	161
	8	2012.972	2012.12	0.85	9	2010.983	2010.15	0.83	0.64	3.44	57.49	36.7936	198
	9	2010.983	2010.13	0.85	10	2008.726	2007.9	0.83	0.64	4.08	57.49	36.7936	235
	10	2008.726	2007.88	0.85	11	2006.393	2006.06	0.33	0.64	4.72	57.49	36.7936	272
	11	2006.393	2006.04	0.35	12	2006.279	2005.45	0.83	0.35	5.07	57.49	20.1215	292
	12	2006.279	2005.43	0.85	13	2006.314	2004.58	1.73	0.1	5.17	57.49	5.749	298
	13	2006.314	2004.56	1.75	14	2006.527	2004.35	2.18	0	8.18	57.49	0	471
									5.17				
Tramo G	1	2022.61	2021.61	1	2	2020.016	2019.04	0.98	0.56	0.56	57.49	32.1944	33
	2	2020.016	2019.02	1	3	2018.464	2017.48	0.98	0.56	1.12	57.49	32.1944	65
	3	2018.464	2017.46	1	4	2016.119	2015.14	0.98	0.64	1.76	57.49	36.7936	102
	4	2016.119	2015.12	1	5	2013.355	2012.38	0.98	0.64	2.4	57.49	36.7936	138
	5	2013.355	2012.36	1	6	2010.932	2009.95	0.98	0.64	3.04	57.49	36.7936	175
	6	2010.932	2009.93	1	7	2008.424	2007.44	0.98	0.64	3.68	57.49	36.7936	212
	7	2008.424	2007.42	1	8	2006.53	2005.55	0.98	0.56	4.24	57.49	32.1944	244
	8	2006.53	2005.53	1	9	2004.05	2003.22	0.83	0.64	7.36	57.49	36.7936	424
	9	2004.05	2003.2	0.85	10	2003	2002.17	0.83	0.2	7.56	57.49	11.498	435
	10	2003	2002.15	0.85	11	2003.48	2001.05	2.43	0	7.56	57.49	0	435
	11	2003.48	2001.03	2.45	12	2003.612	1999.98	3.63	0	7.56	57.49	0	435
	12	2003.612	1999.96	3.65	13	2003.268	1998.94	4.33	0	7.56	57.49	0	435
	13	2003.268	1998.92	4.35	14	2001.068	1997.89	3.18	0	7.56	57.49	0	435
	14	2001.068	1997.87	3.2	15	1998.699	1996.82	1.88	0	7.56	57.49	0	435
	15	1998.699	1996.8	1.9	16	1998.273	1995.74	2.53	0	7.56	57.49	0	435
	16	1998.273	1995.72	2.55	17	1997.052	1994.77	2.28	0	7.56	57.49	0	435
									5.08				

NOMBRE DEL TRAMO	CAMARAS								AREA TRIBUTARIA Ha.		POBLACION		
	DE CAMARA				A CAMARA								
	NOMBRE DE CAMARA	COTA TERRENO	COTA RADIER	PROFUNDIDAD	NOMBRE DE CAMARA	COTA TERRENO	COTA RADIER	PROFUNDIDAD	PARCIAL	ACUMULADA	DENSIDAD HaB/Ha	PARCIAL	ACUMULADA
Tramo H	1	2020.57	2019.57	1	2	2018.371	2017.39	0.98	0.24	0.24	57.49	13.7976	14
	2	2018.371	2017.37	1	3	2017.396	2016.32	1.08	0.24	0.48	57.49	13.7976	28
	3	2017.396	2016.3	1.1	4	2016.52	2015.54	0.98	0	0.48	57.49	0	28
	4	2016.52	2015.52	1	5	2015.184	2014.2	0.98	0.32	0.8	57.49	18.3968	46
	5	2015.184	2014.18	1	6	2012.732	2011.75	0.98	0.32	1.12	57.49	18.3968	65
	6	2012.732	2011.73	1	7	2010.222	2009.24	0.98	0.32	1.44	57.49	18.3968	83
	7	2010.222	2009.22	1	8	2008.608	2007.78	0.83	0.32	1.76	57.49	18.3968	102
	8	2008.608	2007.76	0.85	9	2006.98	2006.15	0.83	0.24	2	57.49	13.7976	115
	9	2006.98	2006.13	0.85	10	2006.531	2005.25	1.28	0.48	2.48	57.49	27.5952	143
									2.48				
Tramo Final	1	2006.53	2004.33	2.2	2	2005.47	2003.84	1.63	0	24.05	57.49	0	1383
	2	2005.47	2003.82	1.65	3	2004	2003.02	0.98	0	24.05	57.49	0	1383
	3	2004	2003	1	4	2003.028	2002.05	0.98	0	24.05	57.49	0	1383
	4	2003.028	2002.03	1	5	2001.015	2000.04	0.98	0	24.05	57.49	0	1383
	5	2001.015	2000.02	1	6	1997.052	1996.05	1	0	24.05	57.49	0	1383
	6	1997.052	1994.1	2.95	7	1992.06	1991.11	0.95	0	35.85	57.49	0	2062
	7	1992.06	1990.61	1.45	8	1987.77	1986.84	0.93	0	35.85	57.49	0	2062
	8	1987.77	1986.82	0.95	9	1986	1985.07	0.93	0	35.85	57.49	0	2062
	9	1986	1985.05	0.95	10	1983.866	1982.94	0.93	0	35.85	57.49	0	2062
	10	1983.866	1982.92	0.95	11	1980.079	1979.33	0.75	0	35.85	57.49	0	2062
	11	1980.079	1979.03	1.05	12	1977.727	1976.98	0.75	0	35.85	57.49	0	2062
	12	1977.727	1976.68	1.05	13	1970.038	1969.29	0.75	0	35.85	57.49	0	2062
	13	1970.038	1968.99	1.05	14	1964.438	1963.69	0.75	0	35.85	57.49	0	2062
	14	1964.438	1963.39	1.05	15	1957.481	1956.73	0.75	0	35.85	57.49	0	2062
	15	1957.481	1956.43	1.05	16	1948.263	1947.51	0.75	0	35.85	57.49	0	2062
	16	1948.263	1947.21	1.05	17	1938.755	1938.01	0.75	0	35.85	57.49	0	2062
	17	1938.755	1937.71	1.05	18	1934.144	1933.39	0.75	0	35.85	57.49	0	2062
	18	1934.144	1932.89	1.25	19	1930	1929.27	0.73	0	35.85	57.49	0	2062
	19	1930	1929.25	0.75	20	1929.425	1927.95	1.48	0	35.85	57.49	0	2062
	20	1929.425	1927.93	1.5	21	1928	1926.5	1.5	0	35.85	57.49	0	2062
									0				
									35.85				

col 15	col 16	col 17	col 18	col 19	col 20	col 21	col 22	col 23	col 24	col 25	col 26	col 27	col 28

dotacion = 50 lt/alumno *dia
N° alumnos = 233 alumnos
Q aportes = 0.134837963 lt/s

CAUDALES										DISEÑO			
DOTACION L/HAB/DIA	Q medio diario (l/s)		Q max. horario (l/s)		APORTES INFILTRACION	APORTES CONEXIONES EERRADAS	Q APORTES	TOTAL ACUMULADA L/S	CAUDAL DE DISEÑO L/S	LONGITUD DEL TRAMO m	LONGITUD TRIBUTARIA m	LONGITUD ACUMULADA m	DIAMETRO mm
	Caudal	ACUMULADA	COEF. de punta M.	Caudal									
116.00	0.0397	0.0397	3.58	0.142	0.0046	0.0142	0.0000	0.161	2	92	-	92	100
116.00	0.0795	0.0795	3.58	0.284	0.0092	0.0284	0.0000	0.322	2	92	-	184	100
116.00	0.1192	0.1192	3.58	0.426	0.0138	0.0426	0.0000	0.483	2	92	-	276	100
116.00	0.1590	0.1590	3.58	0.568	0.0184	0.0568	0.0000	0.644	2	92	-	368	100
116.00	0.1976	0.1976	3.58	0.707	0.0230	0.0707	0.0000	0.800	2	92	-	460	100
116.00	0.2374	0.2374	3.58	0.849	0.0276	0.0849	0.0000	0.961	2	92	-	552	100
116.00	0.2621	0.2621	3.58	0.937	0.0306	0.0937	0.0000	1.061	2	59.98	-	611.98	100
116.00	0.2621	0.2621	3.58	0.937	0.0350	0.0937	0.0000	1.066	2	88.02	-	700	100
116.00	0.2621	0.2621	3.58	0.937	0.0400	0.0937	0.0000	1.071	2	100	-	800	100
116.00	0.2621	0.2621	3.58	0.937	0.0450	0.0937	0.0000	1.076	2	100	-	900	100
116.00	0.2621	0.2621	3.58	0.937	0.0500	0.0937	0.0000	1.081	2	100	-	1000	100
116.00	0.2621	0.2621	3.58	0.937	0.0550	0.0937	0.0000	1.086	2	100	-	1100	100
116.00	0.2621	0.2621	3.58	0.937	0.0591	0.0937	0.0000	1.090	2	81.22	-	1181.22	100
116.00	0.0397	0.0397	3.58	0.142	0.0046	0.0142	0.0000	0.161	2	92	-	92	100
116.00	0.0795	0.0795	3.58	0.284	0.0092	0.0284	0.0000	0.322	2	92	-	184	100
116.00	0.1192	0.1192	3.58	0.426	0.0138	0.0426	0.0000	0.483	2	92	-	276	100
116.00	0.1590	0.1590	3.58	0.568	0.0184	0.0568	0.0000	0.644	2	92	-	368	100
116.00	0.1976	0.1976	3.58	0.707	0.0230	0.0707	0.0000	0.800	2	92	-	460	100
116.00	0.2374	0.2374	3.58	0.849	0.0276	0.0849	0.0000	0.961	2	92	-	552	100
116.00	0.2589	0.2589	3.58	0.926	0.0306	0.0926	0.0000	1.049	2	59.98	-	611.98	100
116.00	0.2653	0.2653	3.58	0.949	0.0352	0.0949	0.0000	1.079	2	92	-	703.98	100
116.00	0.7690	0.7690	3.58	2.750	0.0954	0.2750	0.0000	3.120	3.12	86.99	1117.88	1908.85	150

CAUDALES										DISEÑO			
DOTACION L/HAB/DIA	Q medio diario (l/s)		Q max. horario (l/s)		APORTES INFILTRACION	APORTES CONEXIONES EERRADAS	Q APORTES	TOTAL ACUMULADA L/S	CAUDAL DE DISEÑO L/S	LONGITUD DEL TRAMO m	LONGITUD TRIBUTARIA m	LONGITUD ACUMULADA m	DIAMETRO mm
	Caudal	ACUMULADA	COEF. de punta M.	Caudal									
116.00	0.0505	0.0505	3.58	0.181	0.0023	0.0181	0.0000	0.201	2	46	-	46	100
116.00	0.0999	0.0999	3.58	0.357	0.0069	0.0357	0.0000	0.400	2	92	-	138	100
116.00	0.1396	0.1396	3.58	0.499	0.0115	0.0499	0.0000	0.561	2	92	-	230	100
116.00	0.1729	0.1729	3.58	0.618	0.0161	0.0618	0.0000	0.696	2	92	-	322	100
116.00	0.2030	0.2030	3.58	0.726	0.0207	0.0726	0.0000	0.819	2	92	-	414	100
116.00	0.2427	0.2427	3.58	0.868	0.0253	0.0868	0.0000	0.980	2	92	-	506	150
116.00	0.2825	0.2825	3.58	1.010	0.0299	0.1010	0.0000	1.141	2	92	-	598	150
116.00	0.3211	0.3211	3.58	1.148	0.0345	0.1148	0.0000	1.298	2	92	-	690	150
116.00	0.3609	0.3609	3.58	1.290	0.0391	0.1290	0.0000	1.459	2	92	-	782	150
116.00	0.4006	0.4006	3.58	1.432	0.0437	0.1432	0.0000	1.619	2	92	-	874	150
116.00	0.4404	0.4404	3.58	1.575	0.0483	0.1575	0.0000	1.780	2	92	-	966	150
116.00	0.4801	0.4801	3.58	1.717	0.0529	0.1717	0.0000	1.941	2	92	-	1058	150
116.00	0.4984	0.4984	3.58	1.782	0.0559	0.1782	0.0000	2.016	2.02	59.88	-	1117.88	150
116.00	0.0247	0.0247	3.58	0.088	0.0046	0.0088	0.0000	0.102	2	92	-	92	100
116.00	0.0440	0.0440	3.58	0.157	0.0092	0.0157	0.0000	0.182	2	92	-	184	100
116.00	0.0644	0.0644	3.58	0.230	0.0138	0.0230	0.0000	0.267	2	92	-	276	100
116.00	0.0838	0.0838	3.58	0.300	0.0184	0.0300	0.0000	0.348	2	92	-	368	100
116.00	0.1042	0.1042	3.58	0.373	0.0230	0.0373	0.0000	0.433	2	92	-	460	100
116.00	0.1235	0.1235	3.58	0.442	0.0276	0.0442	0.0000	0.513	2	92	-	552	100
116.00	0.1429	0.1429	3.58	0.511	0.0322	0.0511	0.0000	0.594	2	92	-	644	100
116.00	0.1633	0.1633	3.58	0.584	0.0368	0.0584	0.0000	0.679	2	92	-	736	100
116.00	0.1826	0.1826	3.58	0.653	0.0414	0.0653	0.0000	0.760	2	92	-	828	100
116.00	0.2019	0.2019	3.58	0.722	0.0460	0.0722	0.0000	0.840	2	92	-	920	100
116.00	0.2116	0.2116	3.58	0.757	0.0490	0.0757	0.0000	0.881	2	59.85	-	979.85	100
116.00	0.0193	0.0193	3.58	0.069	0.0046	0.0069	0.0000	0.081	2	92	-	92	100
116.00	0.0387	0.0387	3.58	0.138	0.0092	0.0138	0.0000	0.161	2	92	-	184	100
116.00	0.0591	0.0591	3.58	0.211	0.0138	0.0211	0.0000	0.246	2	92	-	276	100
116.00	0.0591	0.0591	3.58	0.211	0.0184	0.0211	0.0000	0.251	2	92	-	368	100
116.00	0.0784	0.0784	3.58	0.280	0.0230	0.0280	0.0000	0.331	2	92	-	460	100
116.00	0.0977	0.0977	3.58	0.349	0.0276	0.0349	0.0000	0.412	2	92	-	552	100
116.00	0.1181	0.1181	3.58	0.422	0.0322	0.0422	0.0000	0.497	2	92	-	644	100
116.00	0.1375	0.1375	3.58	0.492	0.0368	0.0492	0.0000	0.578	2	92	-	736	100
116.00	0.1579	0.1579	3.58	0.565	0.0414	0.0565	0.0000	0.662	2	92	-	828	100
116.00	0.1772	0.1772	3.58	0.634	0.0460	0.0634	0.0000	0.743	2	92	-	920	100
116.00	0.1869	0.1869	3.58	0.668	0.0490	0.0668	0.0000	0.784	2	59.85	-	979.85	100

CAUDALES										DISEÑO			
DOTACION L/HAB/DIA	Q medio diario (l/s)		Q max. horario (l/s)		APORTES INFILTRACION	APORTES CONEXIONES EERRADAS	Q APORTES	TOTAL ACUMULADA L/S	CAUDAL DE DISEÑO L/S	LONGITUD DEL TRAMO m	LONGITUD TRIBUTARIA m	LONGITUD ACUMULADA m	DIAMETRO mm
	Caudal	ACUMULADA	COEF. de punta M.	Caudal									
116.00	0.0150	0.0150	3.58	0.054	0.0029	0.0054	0.0000	0.062	2	57.21	-	57.21	100
116.00	0.0150	0.0150	3.58	0.054	0.0075	0.0054	0.1348	0.201	2	92	-	149.21	100
116.00	0.0548	0.0548	3.58	0.196	0.0121	0.0196	0.0000	0.228	2	92	-	241.21	100
116.00	0.0548	0.0548	3.58	0.196	0.0167	0.0196	0.0000	0.232	2	92	-	333.21	100
116.00	0.0945	0.0945	3.58	0.338	0.0213	0.0338	0.0000	0.393	2	92	-	425.21	100
116.00	0.1343	0.1343	3.58	0.480	0.0259	0.0480	0.0000	0.554	2	92	-	517.21	100
116.00	0.1729	0.1729	3.58	0.618	0.0305	0.0618	0.0000	0.711	2	92	-	609.21	100
116.00	0.2127	0.2127	3.58	0.760	0.0351	0.0760	0.0000	0.872	2	92	-	701.21	100
116.00	0.2524	0.2524	3.58	0.903	0.0397	0.0903	0.0000	1.032	2	92	-	793.21	100
116.00	0.2921	0.2921	3.58	1.045	0.0443	0.1045	0.0000	1.193	2	92	-	885.21	100
116.00	0.3136	0.3136	3.58	1.121	0.0473	0.1121	0.0000	1.281	2	59.98	-	945.19	100
116.00	0.3201	0.3201	3.58	1.144	0.0516	0.1144	0.0000	1.311	2	86.99	-	1032.18	100
116.00	0.5059	0.5059	3.58	1.809	0.1014	0.1809	0.0000	2.091	2.09	16.86	979.85	2028.89	150
116.00	0.0354	0.0354	3.58	0.127	0.0046	0.0127	0.0000	0.144	2	92	-	92	100
116.00	0.0698	0.0698	3.58	0.250	0.0092	0.0250	0.0000	0.284	2	92	-	184	100
116.00	0.1096	0.1096	3.58	0.392	0.0138	0.0392	0.0000	0.445	2	92	-	276	100
116.00	0.1482	0.1482	3.58	0.530	0.0184	0.0530	0.0000	0.601	2	92	-	368	100
116.00	0.1880	0.1880	3.58	0.672	0.0230	0.0672	0.0000	0.762	2	92	-	460	100
116.00	0.2277	0.2277	3.58	0.814	0.0276	0.0814	0.0000	0.923	2	92	-	552	100
116.00	0.2621	0.2621	3.58	0.937	0.0322	0.0937	0.0000	1.063	2	92	-	644	100
116.00	0.4554	0.4554	3.58	1.628	0.0724	0.1628	0.0000	1.864	2	56	748.3	1448.3	150
116.00	0.4672	0.4672	3.58	1.671	0.0772	0.1671	0.0000	1.915	2	95.91	-	1544.21	150
116.00	0.4672	0.4672	3.58	1.671	0.0824	0.1671	0.0000	1.920	2	104.09	-	1648.3	150
116.00	0.4672	0.4672	3.58	1.671	0.0874	0.1671	0.0000	1.925	2	100	-	1748.3	150
116.00	0.4672	0.4672	3.58	1.671	0.0924	0.1671	0.0000	1.930	2	100	-	1848.3	150
116.00	0.4672	0.4672	3.58	1.671	0.0974	0.1671	0.0000	1.935	2	100	-	1948.3	150
116.00	0.4672	0.4672	3.58	1.671	0.1024	0.1671	0.0000	1.940	2	100	-	2048.3	150
116.00	0.4672	0.4672	3.58	1.671	0.1074	0.1671	0.0000	1.945	2	100	-	2148.3	150
116.00	0.4672	0.4672	3.58	1.671	0.1119	0.1671	0.0000	1.950	2	90.67	-	2238.97	150

CAUDALES										DISEÑO			
DOTACION L/HAB/DIA	Q medio diario (l/s)		Q max. horario (l/s)		APORTES INFILTRACION	APORTES CONEXIONES EERRADAS	Q APORTES	TOTAL ACUMULADA L/S	CAUDAL DE DISEÑO L/S	LONGITUD DEL TRAMO m	LONGITUD TRIBUTARIA m	LONGITUD ACUMULADA m	DIAMETRO mm
	Caudal	ACUMULADA	COEF. de punta M.	Caudal									
116.00	0.0150	0.0150	3.58	0.054	0.0043	0.0054	0.0000	0.063	2	85.99	-	85.99	100
116.00	0.0301	0.0301	3.58	0.108	0.0089	0.0108	0.0000	0.127	2	92	-	177.99	100
116.00	0.0301	0.0301	3.58	0.108	0.0099	0.0108	0.0000	0.128	2	20.01	-	198	100
116.00	0.0494	0.0494	3.58	0.177	0.0145	0.0177	0.0000	0.209	2	92	-	290	100
116.00	0.0698	0.0698	3.58	0.250	0.0191	0.0250	0.0000	0.294	2	92	-	382	100
116.00	0.0891	0.0891	3.58	0.319	0.0237	0.0319	0.0000	0.374	2	92	-	474	100
116.00	0.1096	0.1096	3.58	0.392	0.0283	0.0392	0.0000	0.459	2	92	-	566	100
116.00	0.1235	0.1235	3.58	0.442	0.0329	0.0442	0.0000	0.519	2	92	-	658	100
116.00	0.1536	0.1536	3.58	0.549	0.0374	0.0549	0.0000	0.642	2	90.3	-	748.3	100
116.00	1.4854	1.4854	3.58	5.311	0.2509	0.5311	0.0000	6.093	6.09	100	4917.59	5017.59	150
116.00	1.4854	1.4854	3.58	5.311	0.2559	0.5311	0.0000	6.098	6.10	100	-	5117.59	150
116.00	1.4854	1.4854	3.58	5.311	0.2609	0.5311	0.0000	6.103	6.10	100	-	5217.59	150
116.00	1.4854	1.4854	3.58	5.311	0.2659	0.5311	0.0000	6.108	6.11	100	-	5317.59	150
116.00	1.4854	1.4854	3.58	5.311	0.2709	0.5311	0.0000	6.113	6.11	100	-	5417.59	150
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4469	0.7919	0.0000	9.158	9.16	100	3420.19	8937.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4519	0.7919	0.0000	9.163	9.16	100	-	9037.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4569	0.7919	0.0000	9.168	9.17	100	-	9137.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4619	0.7919	0.0000	9.173	9.17	100	-	9237.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4669	0.7919	0.0000	9.178	9.18	100	-	9337.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4719	0.7919	0.0000	9.183	9.18	100	-	9437.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4769	0.7919	0.0000	9.188	9.19	100	-	9537.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4819	0.7919	0.0000	9.193	9.19	100	-	9637.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4869	0.7919	0.0000	9.198	9.20	100	-	9737.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4919	0.7919	0.0000	9.203	9.20	100	-	9837.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.4969	0.7919	0.0000	9.208	9.21	100	-	9937.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.5019	0.7919	0.0000	9.213	9.21	100	-	10037.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.5069	0.7919	0.0000	9.218	9.22	100	-	10137.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.5119	0.7919	0.0000	9.223	9.22	100	-	10237.78	200
116.00	2.2147	2.2147	3.58	7.919	0.5151	0.7919	0.0000	9.226	9.23	63.76	-	10301.54	200
					11.7659								

col 29	col 30	col 31	col 32	col 33	col 34	col 35	col 36	col 37	col 38	col 39	col 40

15.47176564

Qd= 0.25 L/hab/Ha se tomara 2 l/s

DISEÑO											
DISEÑO A SECCION LLENA						DISEÑO A PARCIALMENTE LLENA					FUERZA TRACTRIZ PA.
DIAMETRO m	PENDIENTE m/m	PENDIENTE %	RUGOSIDAD n	VELOCIDAD m/s	Caudal tubo lleno	RELACION q/Q	RELACION v/V	RELACION Y/D	TIRANTE REAL mm.	VELOCIDAD REAL m/s	
0.1	0.0360	3.60	0.013	1.248	9.808	0.204	0.785	0.306	30.61	0.980	8.8
0.1	0.0283	2.83	0.013	1.106	8.692	0.230	0.812	0.326	32.61	0.898	6.9
0.1	0.0329	3.29	0.013	1.194	9.384	0.213	0.795	0.314	31.35	0.949	8.1
0.1	0.0196	1.96	0.013	0.920	7.232	0.277	0.855	0.360	35.96	0.787	4.8
0.1	0.0118	1.18	0.013	0.716	5.628	0.355	0.915	0.412	41.18	0.655	2.9
0.1	0.0117	1.17	0.013	0.713	5.602	0.357	0.916	0.413	41.29	0.653	2.9
0.1	0.0165	1.65	0.013	0.845	6.643	0.301	0.875	0.377	37.66	0.739	4.0
0.1	0.0095	0.95	0.013	0.643	5.051	0.396	0.942	0.438	43.76	0.605	2.3
0.1	0.0237	2.37	0.013	1.013	7.960	0.251	0.832	0.342	34.19	0.843	5.8
0.1	0.0110	1.10	0.013	0.690	5.423	0.369	0.924	0.420	42.03	0.638	2.7
0.1	0.0096	0.96	0.013	0.645	5.066	0.395	0.941	0.437	43.69	0.607	2.4
0.1	0.0096	0.96	0.013	0.645	5.066	0.395	0.941	0.437	43.69	0.607	2.4
0.1	0.0096	0.96	0.013	0.645	5.067	0.395	0.941	0.437	43.68	0.607	2.4
0.1	0.0204	2.04	0.013	0.941	7.391	0.271	0.850	0.355	35.54	0.799	5.0
0.1	0.0117	1.17	0.013	0.713	5.602	0.357	0.916	0.413	41.29	0.653	2.9
0.1	0.0195	1.95	0.013	0.918	7.212	0.277	0.856	0.360	36.01	0.785	4.8
0.1	0.0164	1.64	0.013	0.843	6.624	0.302	0.876	0.377	37.72	0.738	4.0
0.1	0.0172	1.72	0.013	0.862	6.776	0.295	0.870	0.373	37.26	0.750	4.2
0.1	0.0163	1.63	0.013	0.840	6.602	0.303	0.876	0.378	37.78	0.736	4.0
0.1	0.0197	1.97	0.013	0.923	7.252	0.276	0.854	0.359	35.90	0.788	4.8
0.1	0.0140	1.40	0.013	0.779	6.123	0.327	0.895	0.393	39.30	0.697	3.4
0.15	0.0072	0.72	0.013	0.734	12.973	0.241	0.822	0.334	50.15	0.603	2.7

DISEÑO											
DISEÑO A SECCION LLENA						DISEÑO A PARCIALMENTE LLENA					FUERZA TRACTRIZ PA.
DIAMETRO m	PENDIENTE m/m	PENDIENTE %	RUGOSIDAD n	VELOCIDAD m/s	Caudal tubo lleno	RELACION q/Q	RELACION v/V	RELACION Y/D	TIRANTE REAL mm.	VELOCIDAD REAL m/s	
0.1	0.0093	0.93	0.013	0.636	4.999	0.400	0.944	0.440	44.00	0.601	2.3
0.1	0.0093	0.93	0.013	0.636	4.999	0.400	0.944	0.440	44.00	0.601	2.3
0.1	0.0097	0.97	0.013	0.647	5.086	0.393	0.940	0.436	43.60	0.608	2.4
0.1	0.0097	0.97	0.013	0.647	5.086	0.393	0.940	0.436	43.60	0.608	2.4
0.1	0.0220	2.20	0.013	0.975	7.662	0.089	0.618	0.202	20.18	0.602	5.4
0.15	0.0127	1.27	0.013	0.972	17.192	0.089	0.618	0.202	30.27	0.601	4.7
0.15	0.0105	1.05	0.013	0.885	15.654	0.128	0.686	0.241	36.15	0.608	3.9
0.15	0.0102	1.02	0.013	0.871	15.410	0.130	0.690	0.243	36.42	0.601	3.8
0.15	0.0222	2.22	0.013	1.284	22.701	0.088	0.616	0.201	30.11	0.791	8.2
0.15	0.0224	2.24	0.013	1.290	22.812	0.088	0.615	0.200	30.03	0.794	8.2
0.15	0.0186	1.86	0.013	1.175	20.784	0.096	0.632	0.210	31.48	0.743	6.8
0.15	0.0215	2.15	0.013	1.265	22.365	0.089	0.619	0.202	30.35	0.783	7.9
0.15	0.0225	2.25	0.013	1.294	22.890	0.088	0.616	0.201	30.10	0.797	8.3
0.1	0.0178	1.78	0.013	0.878	6.904	0.290	0.866	0.369	36.88	0.761	4.4
0.1	0.0176	1.76	0.013	0.873	6.861	0.291	0.867	0.370	37.00	0.757	4.3
0.1	0.0291	2.91	0.013	1.123	8.825	0.227	0.809	0.324	32.36	0.908	7.1
0.1	0.0098	0.98	0.013	0.651	5.114	0.391	0.939	0.435	43.46	0.611	2.4
0.1	0.0193	1.93	0.013	0.915	7.192	0.278	0.856	0.361	36.07	0.784	4.7
0.1	0.0212	2.12	0.013	0.958	7.528	0.266	0.845	0.352	35.20	0.810	5.2
0.1	0.0211	2.11	0.013	0.955	7.508	0.266	0.846	0.352	35.25	0.808	5.2
0.1	0.0209	2.09	0.013	0.950	7.470	0.268	0.847	0.353	35.34	0.805	5.1
0.1	0.0240	2.40	0.013	1.020	8.014	0.250	0.831	0.341	34.07	0.847	5.9
0.1	0.0242	2.42	0.013	1.024	8.050	0.248	0.830	0.340	33.99	0.850	5.9
0.1	0.0436	4.36	0.013	1.374	10.798	0.185	0.764	0.291	29.12	1.050	10.7
0.1	0.0190	1.90	0.013	0.907	7.131	0.280	0.858	0.362	36.23	0.779	4.7
0.1	0.0187	1.87	0.013	0.900	7.070	0.283	0.860	0.364	36.40	0.774	4.6
0.1	0.0189	1.89	0.013	0.905	7.111	0.281	0.859	0.363	36.29	0.777	4.6
0.1	0.0204	2.04	0.013	0.941	7.391	0.271	0.850	0.355	35.54	0.799	5.0
0.1	0.0196	1.96	0.013	0.920	7.232	0.277	0.855	0.360	35.96	0.787	4.8
0.1	0.0205	2.05	0.013	0.943	7.411	0.270	0.849	0.355	35.49	0.801	5.0
0.1	0.0200	2.00	0.013	0.930	7.312	0.274	0.852	0.357	35.75	0.793	4.9
0.1	0.0205	2.05	0.013	0.943	7.411	0.270	0.849	0.355	35.49	0.801	5.0
0.1	0.0227	2.27	0.013	0.992	7.793	0.257	0.837	0.346	34.56	0.830	5.6
0.1	0.0234	2.34	0.013	1.006	7.904	0.253	0.834	0.343	34.31	0.839	5.7
0.1	0.0343	3.43	0.013	1.218	9.570	0.209	0.791	0.310	31.02	0.963	8.4

DISEÑO											
DISEÑO A SECCION LLENA						DISEÑO A PARCIALMENTE LLENA					FUERZA TRACTRIZ P.A.
DIAMETRO m	PENDIENTE m/m	PENDIENTE %	RUGOSIDAD n	VELOCIDAD m/s	Caudal tubo lleno	RELACION q/Q	RELACION v/V	RELACION Y/D	TIRANTE REAL mm.	VELOCIDAD REAL m/s	
0.1	0.0192	1.92	0.013	0.912	7.170	0.279	0.857	0.361	36.13	0.782	4.7
0.1	0.0182	1.82	0.013	0.886	6.966	0.287	0.864	0.367	36.70	0.766	4.5
0.1	0.0250	2.50	0.013	1.040	8.176	0.245	0.826	0.337	33.72	0.859	6.1
0.1	0.0190	1.90	0.013	0.907	7.131	0.280	0.858	0.362	36.23	0.779	4.7
0.1	0.0191	1.91	0.013	0.910	7.152	0.280	0.858	0.362	36.18	0.781	4.7
0.1	0.0209	2.09	0.013	0.950	7.470	0.268	0.847	0.353	35.34	0.805	5.1
0.1	0.0207	2.07	0.013	0.946	7.431	0.269	0.848	0.354	35.44	0.802	5.1
0.1	0.0214	2.14	0.013	0.963	7.566	0.264	0.844	0.351	35.10	0.812	5.3
0.1	0.0242	2.42	0.013	1.024	8.050	0.248	0.830	0.340	33.99	0.850	5.9
0.1	0.0198	1.98	0.013	0.925	7.273	0.275	0.854	0.359	35.85	0.790	4.9
0.1	0.0098	0.98	0.013	0.653	5.128	0.390	0.938	0.434	43.40	0.612	2.4
0.1	0.0098	0.98	0.013	0.650	5.111	0.391	0.939	0.435	43.48	0.611	2.4
0.15	0.0125	1.25	0.013	0.962	17.014	0.123	0.679	0.237	35.49	0.653	4.6
0.1	0.0279	2.79	0.013	1.100	8.642	0.231	0.813	0.327	32.71	0.894	6.9
0.1	0.0167	1.67	0.013	0.851	6.690	0.299	0.873	0.375	37.53	0.743	4.1
0.1	0.0252	2.52	0.013	1.045	8.211	0.244	0.825	0.337	33.65	0.862	6.2
0.1	0.0298	2.98	0.013	1.135	8.923	0.224	0.806	0.322	32.19	0.915	7.3
0.1	0.0262	2.62	0.013	1.065	8.369	0.239	0.821	0.333	33.32	0.874	6.4
0.1	0.0271	2.71	0.013	1.082	8.506	0.235	0.817	0.330	33.01	0.884	6.6
0.1	0.0203	2.03	0.013	0.938	7.372	0.271	0.850	0.356	35.59	0.797	5.0
0.15	0.0412	4.12	0.013	1.751	30.962	0.065	0.562	0.172	25.80	0.984	15.2
0.15	0.0107	1.07	0.013	0.893	15.798	0.127	0.685	0.240	35.99	0.612	4.0
0.15	0.0106	1.06	0.013	0.886	15.672	0.128	0.686	0.241	36.13	0.608	3.9
0.15	0.0105	1.05	0.013	0.883	15.621	0.128	0.687	0.241	36.18	0.607	3.9
0.15	0.0102	1.02	0.013	0.871	15.396	0.130	0.690	0.243	36.44	0.601	3.8
0.15	0.0103	1.03	0.013	0.875	15.472	0.129	0.689	0.242	36.35	0.603	3.8
0.15	0.0105	1.05	0.013	0.883	15.621	0.128	0.687	0.241	36.18	0.607	3.9
0.15	0.0106	1.06	0.013	0.888	15.695	0.127	0.686	0.241	36.10	0.609	3.9
0.15	0.0105	1.05	0.013	0.882	15.605	0.128	0.687	0.241	36.20	0.606	3.9

DISEÑO											
DISEÑO A SECCION LLENA						DISEÑO A PARCIALMENTE LLENA					FUERZA TRACTRIZ PA.
DIAMETRO m	PENDIENTE m/m	PENDIENTE %	RUGOSIDAD n	VELOCIDAD m/s	Caudal tubo lleno	RELACION q/Q	RELACION v/V	RELACION Y/D	TIRANTE REAL mm.	VELOCIDAD REAL m/s	
0.1	0.0254	2.54	0.013	1.048	8.233	0.243	0.825	0.336	33.61	0.864	6.2
0.1	0.0114	1.14	0.013	0.703	5.524	0.362	0.919	0.416	41.62	0.646	2.8
0.1	0.0380	3.80	0.013	1.282	10.077	0.198	0.779	0.302	30.18	0.999	9.3
0.1	0.0143	1.43	0.013	0.788	6.194	0.323	0.892	0.391	39.08	0.703	3.5
0.1	0.0264	2.64	0.013	1.069	8.403	0.238	0.820	0.332	33.24	0.877	6.5
0.1	0.0271	2.71	0.013	1.082	8.506	0.235	0.817	0.330	33.01	0.884	6.6
0.1	0.0157	1.57	0.013	0.823	6.469	0.309	0.881	0.382	38.15	0.725	3.8
0.1	0.0175	1.75	0.013	0.870	6.840	0.292	0.868	0.371	37.07	0.755	4.3
0.1	0.0097	0.97	0.013	0.649	5.104	0.392	0.939	0.435	43.51	0.610	2.4
0.15	0.0049	0.49	0.013	0.603	10.671	0.571	1.033	0.542	81.24	0.624	1.8
0.15	0.0080	0.80	0.013	0.771	13.635	0.447	0.972	0.468	70.25	0.750	2.9
0.15	0.0095	0.95	0.013	0.840	14.859	0.411	0.950	0.446	66.97	0.799	3.5
0.15	0.0199	1.99	0.013	1.216	21.505	0.284	0.861	0.365	54.72	1.047	7.3
0.15	0.0397	3.97	0.013	1.718	30.375	0.201	0.782	0.304	45.60	1.344	14.6
0.2	0.0299	2.99	0.013	1.806	56.771	0.161	0.735	0.271	54.24	1.327	14.7
0.2	0.0377	3.77	0.013	2.028	63.747	0.144	0.710	0.256	51.27	1.440	18.5
0.2	0.0175	1.75	0.013	1.382	43.432	0.211	0.793	0.312	62.37	1.096	8.6
0.2	0.0211	2.11	0.013	1.517	47.691	0.192	0.773	0.297	59.37	1.172	10.3
0.2	0.0359	3.59	0.013	1.979	62.207	0.148	0.716	0.260	51.96	1.416	17.6
0.2	0.0205	2.05	0.013	1.495	47.008	0.195	0.776	0.299	59.86	1.160	10.1
0.2	0.0739	7.39	0.013	2.839	89.251	0.103	0.644	0.217	43.39	1.829	36.2
0.2	0.0530	5.30	0.013	2.404	75.584	0.122	0.677	0.235	47.09	1.627	26.0
0.2	0.0666	6.66	0.013	2.695	84.728	0.109	0.654	0.223	44.51	1.764	32.7
0.2	0.0892	8.92	0.013	3.119	98.056	0.094	0.627	0.207	41.45	1.957	43.8
0.2	0.0920	9.20	0.013	3.168	99.583	0.092	0.625	0.206	41.14	1.979	45.1
0.2	0.0432	4.32	0.013	2.171	68.239	0.135	0.698	0.248	49.60	1.514	21.2
0.2	0.0362	3.62	0.013	1.987	62.466	0.148	0.716	0.260	51.96	1.422	17.8
0.2	0.0130	1.30	0.013	1.191	37.434	0.090	0.620	0.203	40.60	0.738	6.4
0.2	0.0224	2.24	0.013	1.564	49.168	0.188	0.767	0.293	58.62	1.200	11.0

5.6. Planos Obtenido

Se obtuvieron planos de perfil longitudinal con su respectiva cota de terreno y cota radier de las líneas de alcantarillado, para cada uno de los ramales que conforman el alcantarillado sanitario La Victoria.

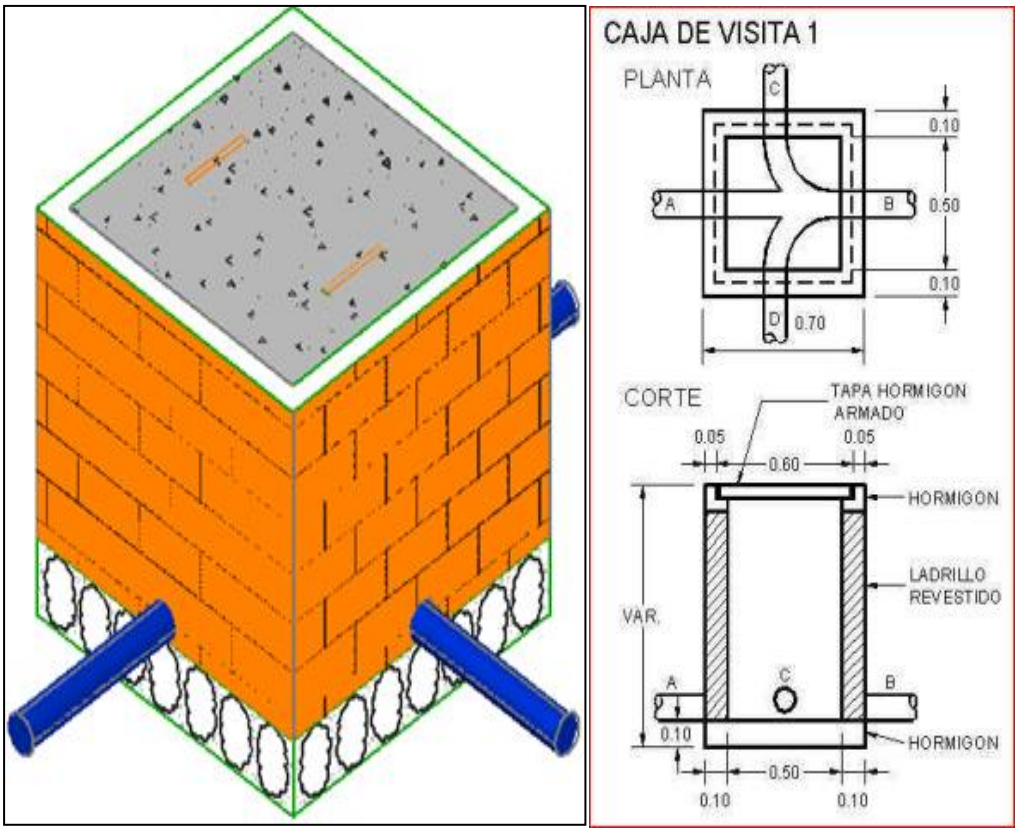
Planos se encuentra en el ANEXO 3

5.7. Detalles Constructivos

5.7.1. Cámaras de inspección

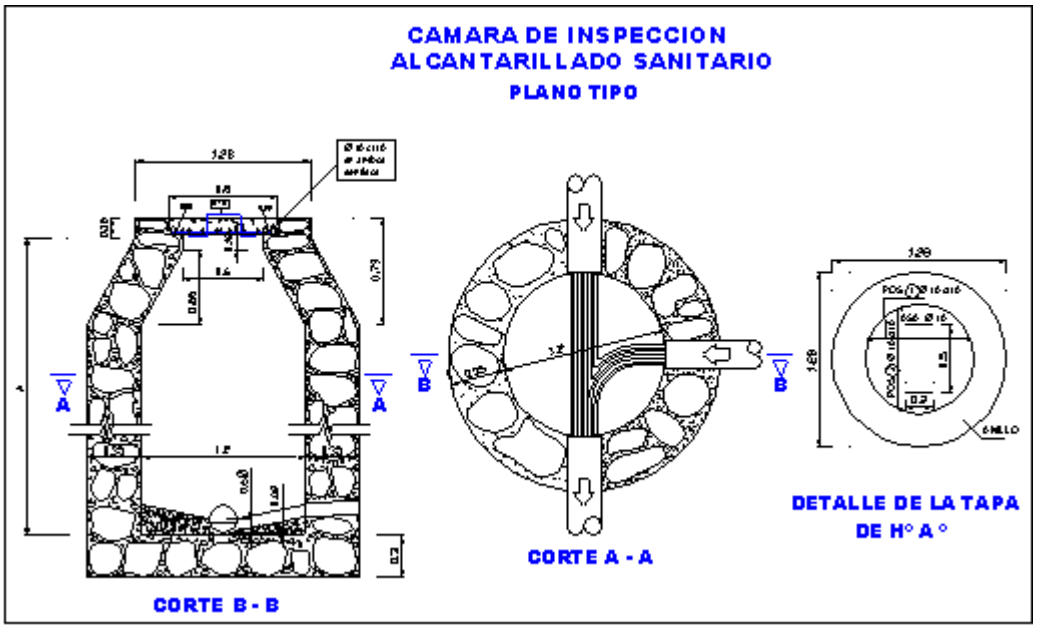
Las cámaras de inspección que se construirán para este proyecto son las siguientes: cámara tipo A para el método condominial y cámara tipo B para el método convencional.

Figura 9 Tipo A



Fuente: (Correa & Perez, 2001).

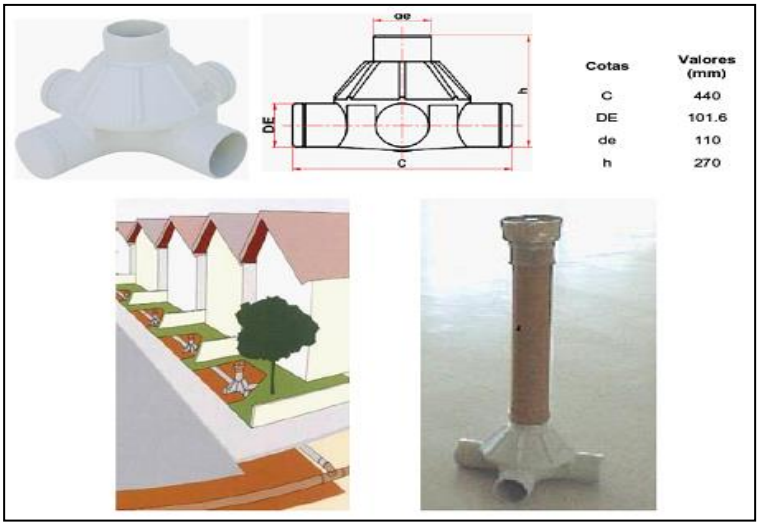
Figura 10 Tipo B



Fuente: (NB 688, 2007).

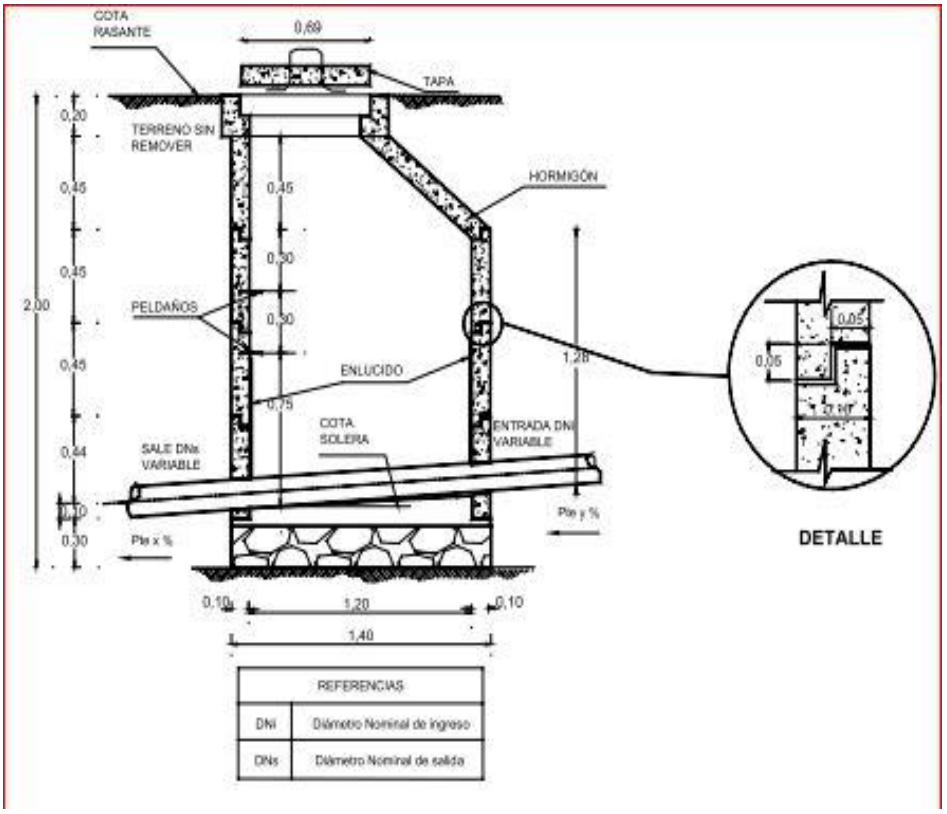
5.7.2. **Conexiones de ramal condominial**

Figura 11 Conexiones de ramal condominial



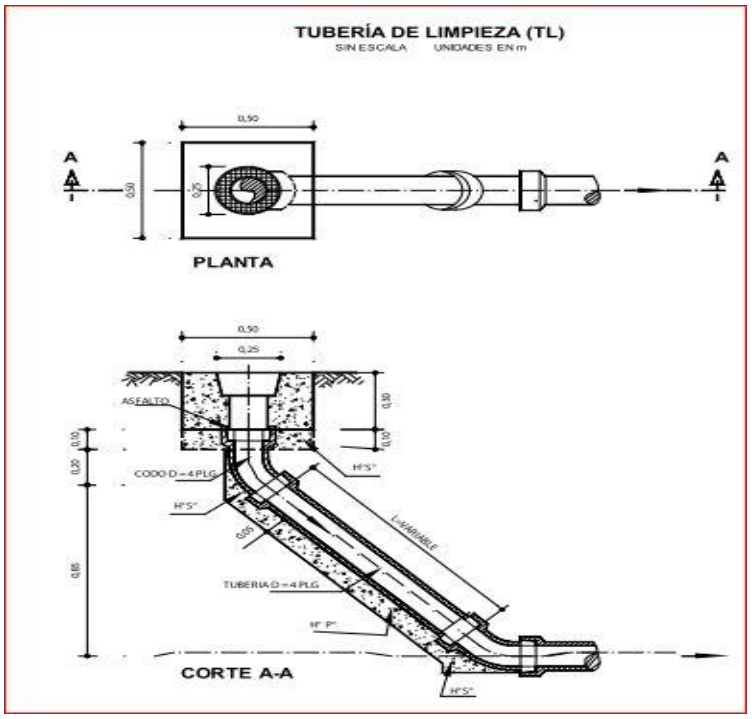
Fuente: (NB 688, 2007)

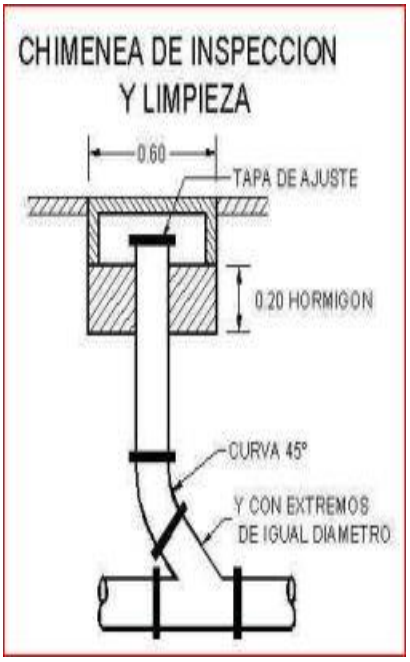
Figura 12 Cámara de inspección prefabricada tipo de red pública

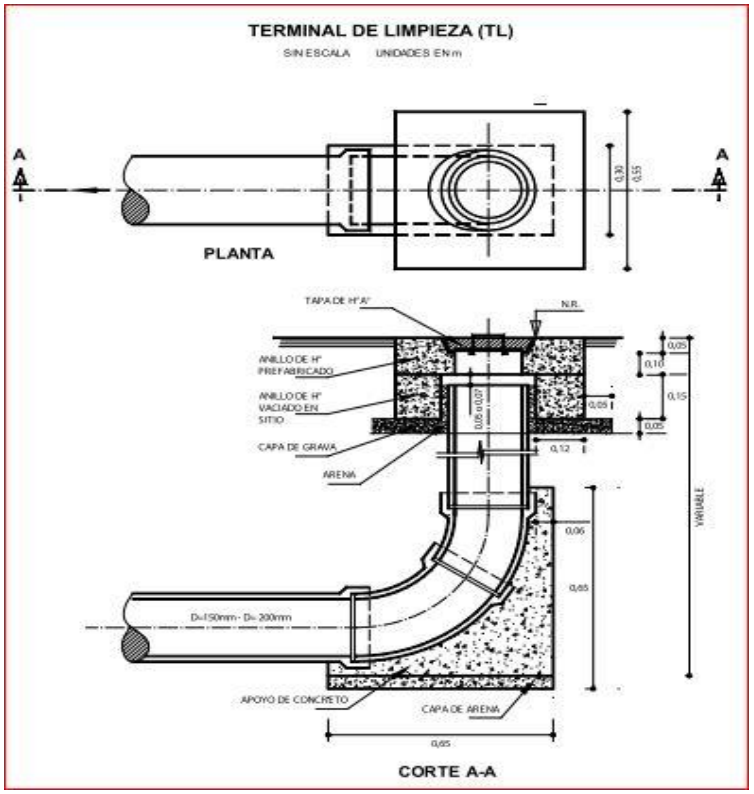


Fuente: (Correa & Perez, 2001).

Figura 13 Chimenea de inspección y limpieza

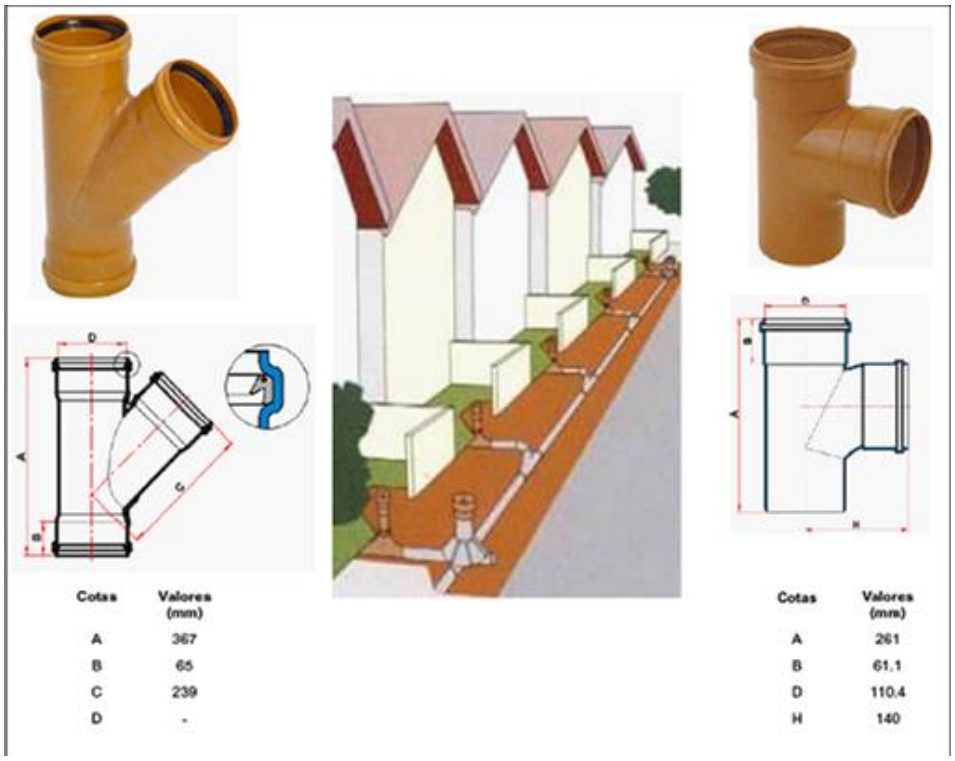






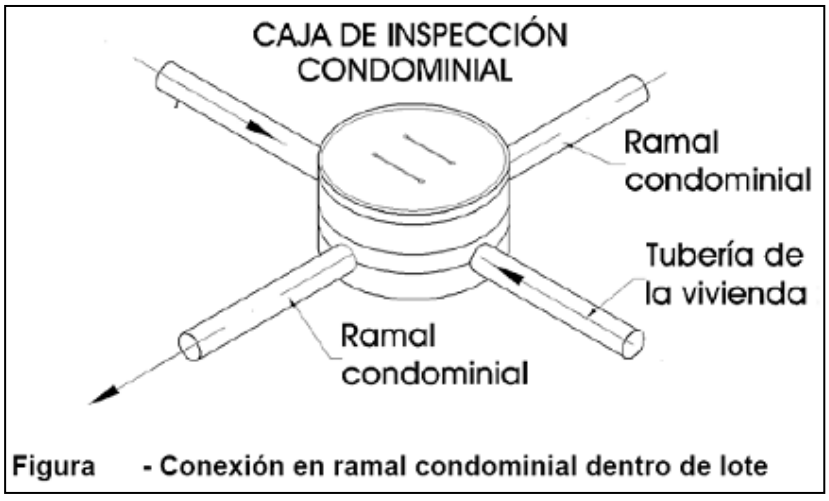
Fuente: (Correa & Perez, 2001).

Figura 14 Accesorios de conexión directa de PVC tipo “T” o tipo “Y”



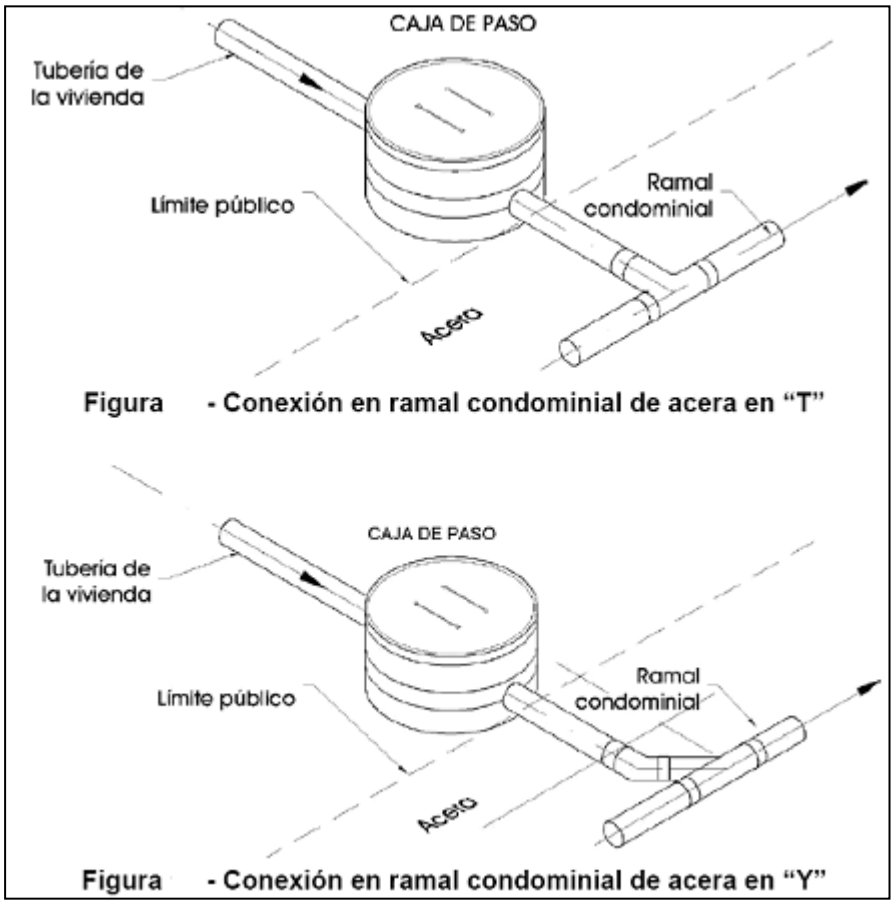
Fuente: (Correa & Perez, 2001).

Figura 15 Conexión en ramal condominial dentro de lote



Fuente: (Correa & Perez, 2001).

Figura 16 Conexión de ramal en acera en "T y "Y"



Fuente: (Correa & Perez, 2001).

6. CAPITULO VI : PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

6.1. Costo Total Colectores, Interceptores y Emisor

La siguiente tabla muestra el cálculo del presupuesto final del sistema de alcantarillado sanitario de la Victoria.

Tabla 17 Presupuesto del sistema de alcantarillado.

A continuación tenemos el presupuesto general para el Alcantarillado Sanitario de la Victoria con sus ítems respectivo:

Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
1	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUBERIA	m	10,301.54	6.33	65,208.75
2	EXCAVACION (0-2.5M) SUELO S/DURO	m³	1,088.51	93.97	102,287.28
3	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA	m³	7,448.25	62.96	468,941.82
4	PREPARADO Y AFINADO DE ZANJA	m³	74.20	439.67	32,623.51
5	INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 4 pulg.	m	5,930.14	241.32	1,431,061.38
6	INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 6 pulg	m	2,407.40	453.70	1,092,237.38
7	INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 8 pulg	m	1,963.76	442.11	868,197.93
8	CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(0,70-1,30)	pza	93.00	1,633.66	151,930.38
9	CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H (1.31 - 2)	pza	7.00	4,539.35	31,775.45
#	CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(2.01 - 3.50)	pza	13.00	8,658.06	112,554.78
#	CONTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(3.51-4.70)	pza	3.00	12,873.83	38,621.49
#	RELLENO Y COMPACTADO	m³	8,704.01	104.84	912,528.41
#	TRANSPORTE DE EXCEDENTES	m³	989.83	64.88	64,220.17
	Total presupuesto:				**5,372,188.73**
	Son: Cinco Millon(es) Trescientos Setenta y Dos Mil Ciento Ochenta y Ocho con 73/100 Bolivianos				

Fuente: Elaboración propia

6.2. COMPUTOS MÉTRICOS

Proyecto:ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

>	**(M01) - MODULO # 1**						
Nº	Item/parte	Dist. X	Dist. Y	Dist. Z	Veces	Cómputo	
1	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUBERIA						
						10,301.54	m
2	EXCAVACION (0-2.5M) SUELO S/DURO						
	Tramo D	1.00	1.00	558.87	1.00	558.87	
	Tramo E	1.00	1.00	529.64	1.00	529.64	
						1,088.51	m³
3	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA						
	Tramo A	1.00	1.00	1,094.18	1.00	1,094.18	
	Tramo B	1.00	1.00	527.73	1.00	527.73	
	Tramo C	1.00	1.00	1,608.28	1.00	1,608.28	
	Tramo F	1.00	1.00	535.31	1.00	535.31	
	Tramo G	1.00	1.00	1,951.46	1.00	1,951.46	
	Tramo H	1.00	1.00	370.60	1.00	370.60	
	Tramo Final	1.00	1.00	1,360.69	1.00	1,360.69	
						7,448.25	m³
4	PREPARADO Y AFINADO DE ZANJA						
						74.20	m³
5	INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 4 pulg.						
	Tramo D	979.85			1.00	979.85	
	Tramo E	979.85			1.00	979.85	
	Tramo A	611.98			1.00	611.98	
	Tramo B	703.98			1.00	703.98	
	Tramo C	230.00			1.00	230.00	
	Tramo F	1,032.18			1.00	1,032.18	
	Tramo G	644.00			1.00	644.00	
	Tramo H	748.30			1.00	748.30	
						5,930.14	m
6	INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 6 pulg						
	Tramo A	569.00			1.00	569.00	
	Tramo B	86.99			1.00	86.99	
	Tramo C	887.88			1.00	887.88	
	Tramo F	16.86			1.00	16.86	
	Tramo G	846.67			1.00	846.67	
						2,407.40	m
7	INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 8 pulg						
	TRAMO FINAL EMISARIO	1,963.76			1.00	1,963.76	
						1,963.76	m

Nº	Item/parte	Dist. X	Dist. Y	Dist. Z	Veces	Cómputo	
8	CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(0,70-1,30)						
	TRAMO A				10.00	10.00	
	TRAMO B				9.00	9.00	
	TRAMO C				6.00	6.00	
	TRAMO D				11.00	11.00	
	TRAMO E				11.00	11.00	
	TRAMO F				12.00	12.00	
	TRAMO G				10.00	10.00	
	TRAMO H				9.00	9.00	
	TRAMO FINAL EMISARIO				15.00	15.00	
						93.00	pza
9	CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H (1.31 - 2)						
	TRAMO C				1.00	1.00	
	TRAMO F				1.00	1.00	
	TRAMO G				1.00	1.00	
	TRAMO FINAL EMISARIO				4.00	4.00	
						7.00	pza
#	CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(2.01 - 3.50)						
	TRAMO A				3.00	3.00	
	TRAMO C				5.00	5.00	
	TRAMO G				3.00	3.00	
	TRAMO FINAL EMISARIO				2.00	2.00	
						13.00	pza
#	CONTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(3.51-4.70)						
	TRQMO C				1.00	1.00	
	TRQMO G				2.00	2.00	
						3.00	pza
#	RELLENO Y COMPACTADO						
						8,704.01	m³
#	TRANSPORTE DE EXCEDENTES						
						989.83	m³

Fuente: Elaboración propia

6.3. PRECIOS UNITARIOS

Item: REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUBERIA Unidad: m
Proyecto: Proyecto ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	MADERA DE CONSTRUCCION	p²	0.01	15.00	0.15
2	-	YESO	kg	0.10	1.80	0.18
3	-	CLAVOS	kg	0.00	25.00	0.03
4	-	LIENZA PARA ALBAÑIL	m	0.10	0.65	0.07
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0.42
	B	OBRERO				
1	-	TOPOGRAFO	hr	0.10	17.15	1.71
2	-	PEON	hr	0.10	7.75	0.78
	F	Beneficios Sociales		55.00% de	(B) =	1.37
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	3.86
	C	EQUIPO				
1	-	EQUIPO TOPOGRAFICO	hr	0.00	30.00	0.06
	H	Herramientas menores		5.00% de	(B) =	0.12
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	0.19
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	4.47
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	0.45
	M	Utilidad		10.00% de	(J) =	0.45
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	5.36
	O	IVA		14.94% de	(N) =	0.80
	P	IT		3.09% de	(N) =	0.17
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P) =**	**6.33**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**6.33**
		Son: Seis con 33/100 Bolivianos				

Item: EXCAVACION (0-2.5M) SUELO S/DURO
Unidad: m³
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	MADERA PARA ENTIBADO.	m³	1.00	13.00	13.01
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	13.01
	B	OBRERO				
1	-	PEON	hr	4.30	7.75	33.34
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	18.34
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	51.67
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	1.67
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	1.67
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	66.35
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	6.63
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	6.63
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	79.62
	O	IVA		14.94%	(N) =	11.89
	P	IT		3.09% d	(N) =	2.46
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**93.97**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**93.97**
		Son: Noventa y Tres con 97/100 Bolivianos				

Item: EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA
Unidad: m³
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0.00
	B	OBRERO				
1	-	AYUDANTE	hr	0.10	12.31	1.23
2	-	ALBAÑIL	hr	0.02	15.00	0.30
3	-	OPERADOR DE MAQ. PESADA	hr	0.50	15.00	7.50
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	4.97
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	14.00
	C	EQUIPO				
1	-	RETROEXCAVADORA	hr	0.12	250.00	30.00
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	0.45
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	30.45
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	44.45
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	4.44
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	4.44
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	53.34
	O	IVA		14.94%	(N) =	7.97
	P	IT		3.09% d	(N) =	1.65
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**62.96**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**62.96**
		Son: Sesenta y Dos con 96/100 Bolivianos				

Item: PREPARADO Y AFINADO DE ZANJA Unidad: m³
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0.00
	B	OBRERO				
1	-	PEON	hr	25.00	7.75	193.83
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	106.60
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	300.43
	C	EQUIPO				
1	-	BOMBA	hr	0.01	30.00	0.30
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	9.69
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	9.99
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	310.42
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	31.04
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	31.04
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	372.50
	O	IVA		14.94%	(N) =	55.65
	P	IT		3.09% d	(N) =	11.51
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**439.67**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**439.67**
		Son: Cuatrocientos Treinta y Nueve con 67/100 Bolivianos				

Item: INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 4 pulg.
Unidad: m
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	TUBO DESAGUE C9 4"	m	1.03	132.75	136.73
2	-	PEGAMENTO	l	0.04	75.00	3.00
3	-	LIMPIADOR	l	0.08	35.00	2.80
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	142.53
	B	OBRERO				
1	-	ESPECIALISTA CALIFICADO	hr	0.60	12.60	7.56
2	-	AYUDANTE	hr	0.80	12.31	9.84
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	9.57
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	26.98
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	0.87
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	0.87
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	170.38
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	17.04
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	17.04
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	204.46
	O	IVA		14.94%	(N) =	30.55
	P	IT		3.09% d	(N) =	6.32
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**241.32**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**241.32**
		Son: Doscientos Cuarenta y Uno con 32/100 Bolivianos				

Item: INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 6 pulg
Unidad: m
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	PEGAMENTO	l	0.04	75.00	3.00
2	-	LIMPIADOR	l	0.08	35.00	2.80
3	-	TUBO DE DESAGUE C9 6"	m	1.03	278.33	286.68
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	292.48
	B	OBRERO				
1	-	ESPECIALISTA CALIFICADO	hr	0.60	12.60	7.56
2	-	AYUDANTE	hr	0.80	12.31	9.84
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	9.57
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	26.98
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	0.87
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	0.87
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	320.33
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	32.03
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	32.03
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	384.40
	O	IVA		14.94%	(N) =	57.43
	P	IT		3.09% d	(N) =	11.88
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**453.70**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**453.70**
		Son: Cuatrocientos Cincuenta y Tres con 70/100 Bolivianos				

Item: INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 8 pulg
Unidad: m
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	PEGAMENTO	l	0.04	75.00	3.00
2	-	LIMPIADOR	l	0.08	35.00	2.80
3	-	TUBO CLASE 9 L= 6 M 8" (200 MM)	tubo	0.17	1,670.64	278.50
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	284.30
	B	OBRERO				
1	-	ESPECIALISTA CALIFICADO	hr	0.60	12.60	7.56
2	-	AYUDANTE	hr	0.80	12.31	9.84
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	9.57
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	26.98
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	0.87
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	0.87
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	312.14
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	31.21
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	31.21
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	374.57
	O	IVA		14.94%	(N) =	55.96
	P	IT		3.09% d	(N) =	11.57
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**442.11**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**442.11**
		Son: Cuatrocientos Cuarenta y Dos con 11/100 Bolivianos				

Item: CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(0,70-1,30)
Unidad: pza
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	CEMENTO PORTLAND	kg	64.00	1.50	96.00
2	-	ARENA COMUN	m³	0.26	150.00	39.00
3	-	FIERRO CORRUGADO	kg	2.00	24.79	49.58
4	-	PIEDRAS MANZANA	m³	0.35	90.00	31.50
5	-	MADERA DE CONSTRUCCION	p²	10.00	15.00	150.00
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	366.08
	B	OBRERO				
1	-	ALBAÑIL	hr	16.00	15.00	240.00
2	-	AYUDANTE	hr	15.00	12.31	184.59
3	-	ARMADOR	hr	5.00	13.50	67.50
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	270.65
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	762.74
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	24.60
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	24.60
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	1,153.42
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	115.34
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	115.34
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	1,384.11
	O	IVA		14.94%	(N) =	206.79
	P	IT		3.09% d	(N) =	42.77
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**1,633.66**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**1,633.66**
		Son: Un Mil Seiscientos Treinta y Tres con 66/100 Bolivianos				

Item: CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H (1.31 - 2)
Unidad: pza
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	PIEDRA BRUTA	m³	1.10	87.50	96.25
2	-	CEMENTO PORTLAND	kg	580.00	1.50	870.00
3	-	ARENA FINA	m³	0.20	150.00	30.00
4	-	ARENA	m³	0.70	150.00	105.00
5	-	MADERA DE ENCOFRADO	pie²	12.00	4.00	48.00
6	-	HIERRO ESTRUCTURAL	kg	2.40	24.79	59.50
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	1,208.75
	B	OBRERO				
1	-	PEON	hr	40.00	7.75	310.12
2	-	ALBAÑIL	hr	40.00	15.00	600.00
3	-	ENCOFRADOR	hr	15.00	13.50	202.50
4	-	ARMADOR	hr	10.00	13.50	135.00
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	686.19
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	1,933.81
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	62.38
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	62.38
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	3,204.94
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	320.49
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	320.49
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	3,845.93
	O	IVA		14.94%	(N) =	574.58
	P	IT		3.09% d	(N) =	118.84
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**4,539.35**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**4,539.35**
		Son: Cuatro Mil Quinientos Treinta y Nueve con 35/100 Bolivianos				

Item: CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(2.01 - 3.50)
Unidad: pza
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	CEMENTO PORTLAND	kg	750.00	1.50	1,125.00
2	-	ARENA	m³	2.80	150.00	420.00
3	-	ARENA FINA	m³	1.70	150.00	255.00
4	-	GRAVA	m³	2.30	150.00	345.00
5	-	ALAMBRE DE AMARRE	kg	2.50	17.00	42.50
6	-	MADERA DE ENCOFRADO	pie²	90.00	4.00	360.00
7	-	CLAVOS	kg	2.50	25.00	62.50
8	-	HIERRO ESTRUCTURAL	kg	18.00	24.79	446.22
9	-	PIEDRA BRUTA	m³	1.30	87.50	113.75
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	3,169.97
	B	OBRERO				
1	-	AYUDANTE	hr	55.00	12.31	676.83
2	-	ENCOFRADOR	hr	15.00	13.50	202.50
3	-	ARMADOR	hr	10.00	13.50	135.00
4	-	ALBAÑIL	hr	55.00	15.00	825.00
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	1,011.63
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	2,850.96
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	91.97
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	91.97
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	6,112.90
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	611.29
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	611.29
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	7,335.48
	O	IVA		14.94%	(N) =	1,095.92
	P	IT		3.09% d	(N) =	226.67
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**8,658.06**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**8,658.06**
		Son: Ocho Mil Seiscientos Cincuenta y Ocho con 06/100 Bolivianos				

Item: CONTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(3.51-4.70)
Unidad: pza
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	CEMENTO PORTLAND	kg	980.00	1.50	1,470.00
2	-	ARENA COMUN	m³	2.60	150.00	390.00
3	-	ARENA FINA	m³	1.50	150.00	225.00
4	-	GRAVA COMUN	m³	2.60	150.00	390.00
5	-	ALAMBRE DE AMARRE	kg	2.00	17.00	34.00
6	-	MADERA DE CONSTRUCCION	p²	95.00	15.00	1,425.00
7	-	CLAVOS	kg	2.25	25.00	56.25
8	-	FIERRO CORRUGADO	kg	8.50	24.79	210.72
9	-	PIEDRA BRUTA	m³	1.00	87.50	87.50
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	4,288.47
	B	OBRERO				
1	-	ALBAÑIL	hr	90.00	15.00	1,350.00
2	-	PEON	hr	90.00	7.75	697.77
3	-	AYUDANTE	hr	50.00	12.31	615.30
4	-	ENCOFRADOR	hr	15.00	13.50	202.50
5	-	ARMADOR	hr	10.00	13.50	135.00
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	1,650.31
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	4,650.88
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	150.03
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	150.03
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	9,089.38
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	908.94
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	908.94
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	10,907.25
	O	IVA		14.94%	(N) =	1,629.54
	P	IT		3.09% d	(N) =	337.03
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**12,873.83**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**12,873.83**
		Son: Doce Mil Ochocientos Setenta y Tres con 83/100 Bolivianos				

Item: RELLENO Y COMPACTADO **Unidad: m³**
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0.00
	B	OBRERO				
1	-	ALBAÑIL	hr	0.50	15.00	7.50
2	-	PEON	hr	5.00	7.75	38.77
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	25.45
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	71.71
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	2.31
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	2.31
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	74.02
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	7.40
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	7.40
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	88.83
	O	IVA		14.94%	(N) =	13.27
	P	IT		3.09% d	(N) =	2.74
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**104.84**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**104.84**
		Son: Ciento Cuatro con 84/100 Bolivianos				

Item: TRANSPORTE DE EXCEDENTES **Unidad: m³**
Proyecto: Proyecto ALCANTARILLADO SANITARIO VICTORIA

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0.00
	B	OBRERO				
1	-	PEON	hr	0.50	7.75	3.88
	F	Beneficios Sociales		55.00%	(B) =	2.13
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	6.01
	C	EQUIPO				
1	-	VOLQUETA	hr	1.00	39.60	39.60
	H	Herramientas menores		5.00% d	(B) =	0.19
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	39.80
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	45.81
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	4.58
	M	Utilidad		10.00%	(J) =	4.58
	N	PARCIAL			(J+K+L+M	54.97
	O	IVA		14.94%	(N) =	8.21
	P	IT		3.09% d	(N) =	1.70
>	**Q**	**TOTAL ITEM**			**(N+O+P)**	**64.88**
>		**PRECIO ADOPTADO:**				**64.88**
		Son: Sesenta y Cuatro con 88/100 Bolivianos				

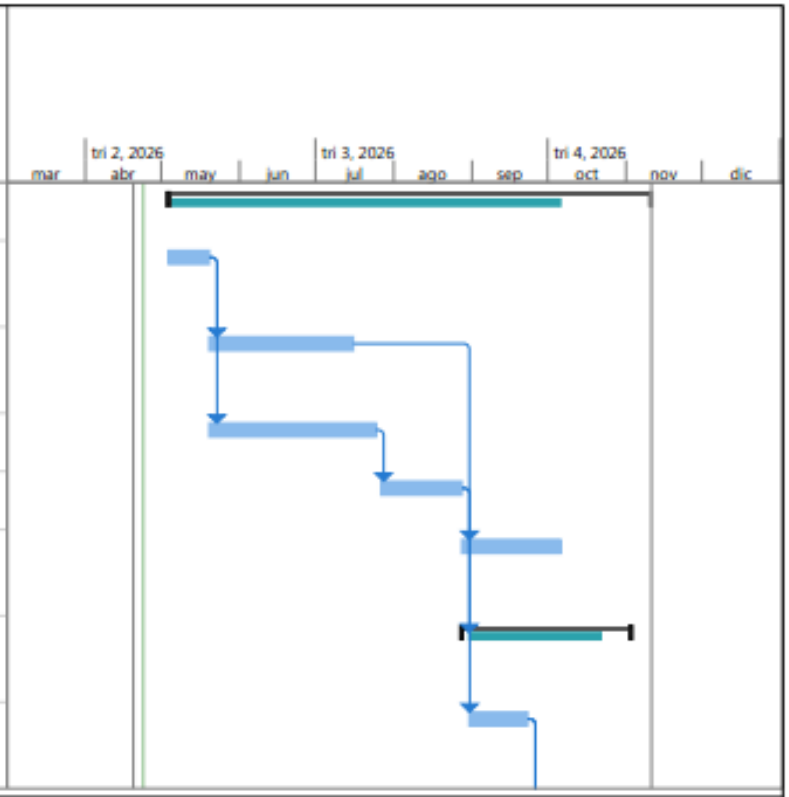
6.4. Especificaciones Técnicas

6.4.1. Aspectos Generales

Las especificaciones técnicas tienen como objeto básico exponer todos los parámetros básicos de instalación del conjunto de la red sanitaria, que incluyen: instalación de la red de distribución de agua potable fría como caliente, instalación de desagüe sanitario como también de desagüe pluvial. (Ver Anexo 3).

6.5. Tiempo de Ejecución (Cronograma)

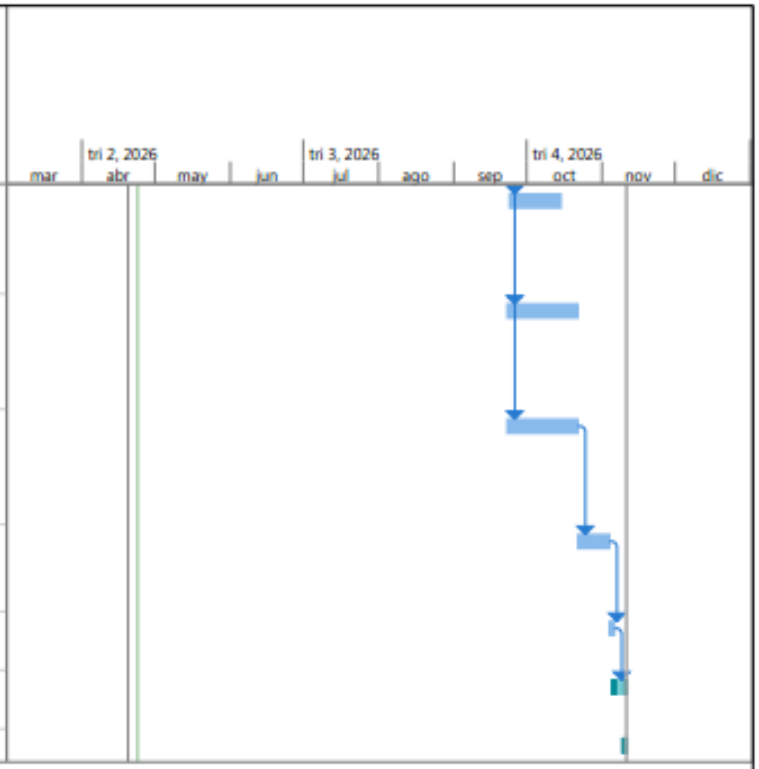
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	**Cronograma de Actividades**	**137 días**	**lun 04/05/26**	**mar 10/11/26**
2	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUBERIA	12 días	lun 04/05/26	mar 19/05/26
3	EXCAVACION (0-2.5M) SUELO S/DURO	41 días	mié 20/05/26	mié 15/07/26
4	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA	48 días	mié 20/05/26	vie 24/07/26
5	PREPARADO Y AFINADO DE ZANJA	24 días	lun 27/07/26	jue 27/08/26
6	INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 4 pulg.	27 días	vie 28/08/26	lun 05/10/26
7	**INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 6 pulg**	**47 días**	**vie 28/08/26**	**lun 02/11/26**
8	INSTALACION SANIT. (DESAGUE) PVC C9 8 pulg	17 días	lun 31/08/26	mar 22/09/26



Proyecto: UpgradeToProjectSer
Fecha: vie 24/04/26

Tarea
División
Hito
Resumen
Resumen del proyecto
Tarea inactiva
Hito inactivo
Resumen inactivo
Tarea manual
solo duración
Informe de resumen manual
Resumen manual
solo el comienzo
solo fin
Tareas externas
Hito externo
Fecha límite
Progreso
Progreso manual

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
9	CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(0.70-1.30)	15 días	jue 24/09/26	mié 14/10/26
10	CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H (1.31 - 2)	21 días	mié 23/09/26	mié 21/10/26
11	CONSTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(2.01 - 3.50)	21 días	mié 23/09/26	mié 21/10/26
12	CONTRUCCION CAMARA DE INSPECCION H(3.51-4.70)	9 días	jue 22/10/26	mar 03/11/26
13	RELLENO Y COMPACTADO	2 días	mié 04/11/26	jue 05/11/26
14	TRANSPORTE DE EXCEDENTES	3 días	vie 06/11/26	mar 10/11/26
15	fin de obra	1 día	mar 10/11/26	mar 10/11/26



Proyecto: UpgradeToProjectSer
Fecha: vie 24/04/26

Tarea
División
Hito
Resumen
Resumen del proyecto
Tarea inactiva
Hito inactivo
Resumen inactivo
Tarea manual
solo duración
Informe de resumen manual
Resumen manual
solo el comienzo
solo fin
Tareas externas
Hito externo
Fecha límite
Progreso
Progreso manual

7. CAPITULO VII : DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. Datos base que se utilizo

Densidad: 57,49 Hab/Ha

Dotación: 116 L/hab/día | Coef. Punta M: 3,58 C: 0,80

Conexiones erradas: 10% | Área total: 35,85 Ha

|Población: 2061 Hab

Criterio NB 688:

Vmín 0,6 m/s, Vmáx 5,0 m/s, τ mín 1 Pa. Si $v < 0{,}6$ m/s pero $\tau \geq 1$ Pa, cumple.

7.2. Interpretación por tramos críticos

- Tramo A - DN 100 mm

Cámara	v real	τ Pa	y /d	Interpretación NB 688
1-2	0,980 m/s	8,8	0,306	Cumple sobrado. $v > 0{,}6$ y $\tau >> 1$ Pa. Pendiente 3,60% es alta, para eso la NB 688 prevee en el Art. 5.6.3.
2-3	0,898 m/s	6,9	0,326	Cumple. Velocidad y tensión OK
3-4	0,949 m/s	8,1	0,314	Cumple.
4-5	0,787 m/s	4,8	0,360	Cumple.
5-6	0,655 m/s	2,9	0,412	Cumple. $v > 0{,}6$ y $\tau > 1$ Pa.
6-7	0,653 m/s	2,9	0,413	Cumple.
7-8	0,739 m/s	4,0	0,377	Cumple.
9-10	0,843 m/s	5,8	0,342	Cumple.
10-11	0,638 m/s	2,7	0,420	Cumple.

11-12	0,607 m/s	2,4	0,437	Cumple.
12-13	0,607 m/s	2,4	0,437	Cumple.
13-14	0,607 m/s	2,4	0,437	Cumple.

Conclusión Tramo A: Todo el tramo cumple la NB 688. Velocidades siempre > 0,6 m/s y tensiones tractivas de 2,3 a 8,8 Pa. Tirantes y/d < 0,438, muy por debajo del 0,75 máximo.

- **Tramo B - DN 100 mm y 150 mm**

Todos los tramos de B1 a B8 con DN 100 tienen " v " entre 0,653 y 0,799 m/s y "τ " entre 2,9 y 5,0 Pa. Cumplen.

B9 cambia a DN 150: v = 0,603 m/s, τ = 2,7 Pa , y/d = 0,334. Cumple por tensión tractiva > 1 Pa.

- **Tramo C - DN 100 mm y 150 mm**

Cámara Problema detectado

C 1-2 v = 0,601 m/s, τ = 2,3 Pa. Cumple pero pendiente 0,93 % y cumple, La NB 688 fija como velocidad máxima 5,0 m/s para evitar erosión, y en todo el proyecto la máxima es 1,979 m/s , muy por debajo del límite.

Respecto a la tensión tractiva de 45,1 Pa, obtenida la más alta en el proyecto la norma no establece un máximo, solo el mínimo de 1 Pa. De todas formas, se recomienda usar tubería PVC que tiene buena resistencia a la abrasión, y en obra se pueden incorporar cámaras de caída si se requiere disipar energía adicional según NB 688 - art. 5.6.3."(se explicara mas abajo)

C 2-3, C3-4, C4-5 v ≈ 0,608 m/s, τ = 2,3-2,4 Pa. Cumple justo. Son los más críticos por baja velocidad.

C5-6 v = 0,602 m/s, τ = 5,4 Pa. Cumple. y/d = 0,202, muy bajo. Pero cumple al ser menor 75% del D y el τ >1 Pa. Como exige la NB 688

C6 a C13 cambia a DN 150. v = 0,601, y 0,797 m/s, τ entre 3,8 y 8,3 Pa. Todos cumplen.

Observación en C:

Los tramos C1, C2, C5,C6 y C8 están al límite de velocidad. Se justifica porque cumple con τ > 1 Pa según NB 688.

- **Tramo D, E, H - DN 100 mm**

La mayoría cumple con v entre 0,61 y 1,05 m/s y τ entre 2,4 y 10,7 Pa.

Excepción: H9-10 con v = 0,610 m/s y τ = 2,4 Pa. Cumple justo. El resto está bien.

- **Tramo F - DN 100 mm y 150 mm**

F1 a F11 DN 100: v entre 0,611 y 0,859 m/s, τ entre 2,4 y 6,2 Pa. Cumplen.

F13-14 cambia a DN 150: v = 0,653 m/s, τ = 4,6 Pa. Cumple.

- **Tramo G - DN 100 mm y 150 mm**

Cámara	**v real**	**τ Pa**	**Interpretación NB 688**
G1-2	v = 0,894 m/s	τ = 6,9 Pa	Cumple
G8-9	v = 0,984 m/s	τ = 15,2 Pa	Pendiente4,12 % y Cumple.la Norma; pero τ muy alta verificar que en la ejecución el material de tubería que sea pvc por ser resistente a la abrasión y Cumple v < 5 m/s
G12-13	v =0,601 m/s	τ = 3,8 Pa	Pendiente 1,02% Cumple v < 5 m/s
G14-15	v = 0,607 m/s	τ =3,9 Pa.	Idéntico al anterior Cumple.
G15-16	v = 0,609 m/s	τ = 3,9 Pa	Pendiente 1,06%. Cumple v < 5 m/s, y τ > 1 Pa. cumple
G16-17	v = 0,606 m/s	τ = 3,9 Pa	Pendiente 1,05 %. Igual que arriba.

Conclusión Tramo G:

Del G8 se tiene tensiones tractivas de 15,2 Pa. Au nque la NB 688 no pone un máximo de τ, con pendientes > 4,12 % y τ > 15, 2 Pa se recomienda usar PVC o colocar cámaras de caída para disipar energía. Técnicamente cumple.

- **Tramo Final - DN 150 y 200 mm**

Cámara	**v real**	**τ Pa**	**Observación**
Final 1-2	v = 0,624 m/s,	τ = 1,8 Pa.	Cumple
Final 2-3	v = 0,750 m/s	τ = 2,9 Pa	Cumple
Final 6-7	v = 1,327 m/s	τ = 14,7 Pa.	Cumple.
Final 12-13	v = 1,829 m/s	τ = 36,2 Pa,	Pendiente 7,39%. Cumple v < 5 m/s.
Final 14-15	v = 1,764 m/s	τ = 32,7 Pa	Pendiente 6,66%. Cumple.
Final 15-16	v = 1,957 m/s	τ = 43,8 Pa,	Pendiente 8,92%. Velocidad y tensión altas.
Final 16-17	v = 1,979 m/s	τ = 45,1 Pa,	Pendiente 8,92%. Igual.3

- **Resumen general del diseño**

Concepto	**Resultado**	**Cumple NB 688**
Velocidad mínima	Todos los tramos v ≥0,601 m/s	Sí Ninguno baja de 0,6 m/s.
Velocidad máxima	Máxima registrada 1,979 m/s	Sí lejos del límite de 5 m/s. Cumple.
Tensión tractiva	Mínima 1,8 Pa,	máxima 45,1 Pa Sí. Todas > 1 Pa.

Tirante y/d	Máximo 0,468	En Final 2-3 Sí. Menor a 0,75
Diámetros	DN 100, 150 y 200 mm	Sí Correcta transición al aumentar caudal.
Profundidades	Mín 0,35 m	En F10-11. Según el cuadro 8 se pide profundidad mín 0,85 m ; hay que tomar en cuenta que se trata una depresión en un tramo pequeño que se puede rellenar con sobrantes de la excavación al momento de la construcción del proyecto

7.3. Observaciones y Recomendaciones

- Hidráulicamente el sistema cumple 100%: Todas las velocidades y tensiones tractivas están dentro de norma. tomando el criterio de $\tau > 1$ Pa para los tramos con $v \approx 0{,}6$ m/s.
- Cuidado con pendientes altas: Tramos G12-G17 y Final 12-17 tienen $S > 6\%$ y $\tau > 30$ Pa. Aunque cumple, pero: "Se recomienda verificar resistencia a la abrasión del material o incorporar cámaras de caída según art. 5.6.3 de la NB 688":

  NB 688 - Art. 5.6.3 Cámaras de Caída

1. Cuándo se usa: Se deben proyectar cámaras de caída cuando la diferencia de nivel entre la cota de llegada y la cota de salida de la tubería en la cámara sea mayor a 0,60 m.
2. Objetivo: Su función es disipar la energía que trae el flujo por las pendientes fuertes y evitar la erosión de la cámara y de la tubería aguas abajo.
3. Tipos que menciona la norma:

- Caída libre: Para desniveles hasta 1,00 m. El tubo de llegada descarga directamente a la cámara.
- Caída con tubo vertical: Para desniveles mayores a 1,00 m. Se coloca un tubo vertical adosado al interior de la cámara para conducir el agua hasta el fondo sin que golpee.

4. En el proyecto: El Tramo G y Tramo Final tiene pendientes de 0,49% a 9,2% y tensiones tractivas de 1,8 a 45,1 Pa. Aunque la velocidad no pasa de 5 m/s, esa τ alta indican mucha energía. Por eso "según art. 5.6.3 de la NB 688 se pueden incorporar cámaras de caída para disipar energía".

- Profundidades insuficientes: Se tiene varios tramos con profundidad 0,35 m, 0,53 m, 0,63 m. Según el cuadro 8 y 9 del capítulo 5 sacado del libro "Sistemas Condominiales de Alcantarillados Sanitario "la profundidad mínima es 0,85 m para calles y 0.35 - 0,45 m. en aceras, esto no se cumple en algunos lugares pero son depresiones pequeñas y son calles sin tráfico, que al habilitarla la calle tendrán que hacer cortes cercanos y rellenos por la topografía que se encuentra el lugar, para que sea una vía transitable.
- Caudal de diseño: Se utilizó Q diseño = 2 l/s como mínimo. Correcto según norma para condominial.
- Del análisis hidráulico se verifica que todos los tramos cumplen la condición de autolimpieza establecida en la NB 688, con tensiones tractivas superiores a 1 Pa y velocidades dentro del rango 0,6 a 5,0 m/s. Los tirantes relativos no superan 0,50, garantizando capacidad hidráulica suficiente.

8. CAPÍTULO VIII : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- ✓ El alcantarillado sanitario para la localidad La Victoria es el método condominial que sería el más aconsejable por el costo comparado con el costo del método convencional.
- ✓ El diámetro mínimo para el método condominial es de 100 mm y las cámaras de inspección diseñadas con ladrillo gambote.
- ✓ El diámetro mínimo para el método convencional es de 150 mm, y las cámaras de inspección serán construidas de mampostería de piedra.
- ✓ Como profundidad mínima 0,85 m. tenemos puntos que no cumplen la profundidad, en este caso, esos tramos corresponden a pasajes condominiales sin tráfico vehicular, donde el diseño se ajustó para mantener las pendientes necesarias para la autolimpieza. En la etapa de ejecución se verificará la protección de la tubería con dado de hormigón o se evaluará profundizar si el pasaje tiene acceso vehicular. Hidráulicamente el sistema funciona
- ✓ Se puede analizar que existe un ahorro considerable cuando se diseña con el método condominial que con el convencional.
- ✓ Se puede analizar que a pesar que existen dos cañerías en el método condominial por las aceras, y una cañería en el método convencional por el eje, existe un ahorro considerable en la excavación, relleno, compactado y en las cámaras de inspección.
- ✓ Se puede analizar también que la operación y el mantenimiento será de bajo costo ya que las cámaras que van por las aceras tendrán una distancia menor de cámara a cámara por lo que, será más fácil realizar una limpieza que cuando se diseña por el método convencional, que tiene una separación mayor de cámara a cámara.

- ✓ En función a los cómputos métricos se ha calculado un presupuesto final de Bs. 5.372.188,73 (cinco millones trescientos setenta y dos mil cientos ochenta y ocho con 73 centavos).

8.2. Recomendaciones

- ✓ En función al análisis de costos se recomienda diseñar el alcantarillado sanitario por el método Condominial.
- ✓ Se recomienda pedir asesoramiento a las cooperativas del Alto de La Paz, de Santa Cruz, Montero ciudades que actualmente diseñan y construyen con este método.
- ✓ Se recomienda que este sistema de alcantarillado sanitario para la localidad de La Victoria debe empalmarse al colector que viene a la ciudad de Tarija, y de esta manera evitar la contaminación del río Guadalquivir.
- ✓ Se recomienda respecto a la tensión tractiva más alta de 45,1 Pa, la norma no establece un máximo, solo el mínimo de 1 Pa. De todas formas, se recomienda usar tubería PVC que tiene buena resistencia a la abrasión, y en obra se pueden incorporar cámaras de caída si se requiere disipar energía adicional.