

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

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



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
DISEÑO Y EVALUACIÓN SOCIAL DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO DEL AA. HH PUEBLO JOVEN 16
DE OCTUBRE, CHACHAPOYAS, AMAZONAS, 2016**

AUTORES:

Br. MILTON MEJIA TOCTO

Br. RAUL ALEJOS ARISTA

ASESOR:

M. Sc. Ing. WAGNER GUZMÁN CASTILLO

CO – ASESOR:

Ing. JORGE CHÁVEZ GUIVIN

CHACHAPOYAS – AMAZONAS

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

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



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
DISEÑO Y EVALUACIÓN SOCIAL DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO DEL AA. HH PUEBLO JOVEN 16
DE OCTUBRE, CHACHAPOYAS, AMAZONAS, 2016**

AUTORES:

Br. MILTON MEJIA TOCTO

Br. RAUL ALEJOS ARISTA

ASESOR:

M. Sc. Ing. WAGNER GUZMÁN CASTILLO

CO – ASESOR:

Ing. JORGE CHÁVEZ GUIVIN

CHACHAPOYAS – AMAZONAS

2018

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
RECTOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Dr. OSCAR ANDRES GAMARRA TORRES
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

JURADO EVALUADOR

M.Sc.Ing. Edwin Díaz Ortiz

PRESIDENTE

Lic. José Luis Quispe Osorio

SECRETARIO

M.Sc.Lic. Nemesio Santamaría Baldera

VOCAL

DEDICATORIA

A nuestros padres por su apoyo, guía, motivación e inspiración constante que nos ofrecieron durante todo este tiempo.

A nuestros familiares, amigos, compañeros y a todas esas personas que hicieron posible el desarrollo y culminación de ésta tesis.

Los tesistas.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar con nosotros en todo momento y darnos bienestar para con ello poder continuar con nuestros planes de vida.

A nuestros padres por sus múltiples sacrificios, apoyo y amor absoluto que nos brindan.

A nuestro asesor M. Sc. Ing. Wagner Guzmán Castillo y Co asesor Ing. Jorge Chávez Guivin, por su tiempo ofrecido e indicaciones durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los dirigentes del AA. HH Pueblo Joven 16 de Octubre por brindarnos las facilidades al momento de realizar los trabajos de campo.

A la universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; en especial a la Facultad de Ingeniería Civil, por darnos la oportunidad de trascender nuestros conocimientos científicos, técnicos y éticos en tan gloriosa casa de estudio.

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

En mi calidad de docente de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, yo Ing. Wagner Guzmán Castillo, **HAGO CONSTAR** que he asesorado la ejecución y elaboración del informe de la Tesis titulada: **DISEÑO Y EVALUACIÓN SOCIAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL AA. HH PUEBLO JOVEN 16 DE OCTUBRE, CHACHAPOYAS, AMAZONAS, 2016**; de los tesistas egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la U.N.T.R.M. – Amazonas.

- ✓ Br. Milton Mejia Tocto
- ✓ Br. Raul Alejos Arista

El suscrito da el visto bueno de la mencionada tesis dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación.

Chachapoyas, agosto del 2018

M. Sc.Ing. WAGNER GUZMÁN CASTILLO
ASESOR

VISTO BUENO DEL CO – ASESOR DE TESIS

En mi calidad de docente de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, yo Ing. Jorge Chávez Guivin, **HAGO CONSTAR** que he asesorado la ejecución y elaboración del informe de la Tesis titulada: **DISEÑO Y EVALUACIÓN SOCIAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL AA. HH PUEBLO JOVEN 16 DE OCTUBRE, CHACHAPOYAS, AMAZONAS, 2016**; de los tesistas egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la U.N.T.R.M. – Amazonas.

✓ **Br. Milton Mejía Tocto**

✓ **Br. Raul Alejos Arista**

El suscrito da el visto bueno de la mencionada tesis dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación.

Chachapoyas, agosto del 2018

Ing. JORGE CHÁVEZ GUIVIN

CO – ASESOR

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Nosotros, **Raul Alejos Arista y Milton Mejia Tocto**, bachilleres de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, identificados con **DNI N° 46653751** y **DNI N° 72468290** respectivamente.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos los autores de la tesis titulada: **Diseño y Evaluación Social del Sistema de Alcantarillado Sanitario del AA. HH Pueblo Joven 16 de Octubre, Chachapoyas, Amazonas, 2016.**
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Chachapoyas, agosto del 2018

Raul Alejos Arista
DNI N° 46653751

Milton Mejia Tocto
DNI N° 72468290

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
III. MARCO TEÓRICO	2
3.1. Marco de referencia	2
3.1.1. Antecedentes	2
3.2. Bases teóricas	4
3.2.1. Definición de un sistema de alcantarillado sanitario	4
3.2.2. Descripción de los sistemas de alcantarillado sanitario	5
3.2.2.1. Sistema convencional de alcantarillado sanitario	5
3.2.2.2. Sistema condominial de alcantarillado sanitario	6
3.2.3. Componentes de los sistemas de alcantarillado sanitario	8
3.2.3.1. Componentes del sistema de alcantarillado sanitario convencional	8
3.2.3.2. Componentes del sistema de alcantarillado sanitario condominial	13
3.2.4. Parámetros de diseño de las redes de alcantarillado sanitario	17
3.2.4.1. Periodo de diseño	17
3.2.4.2. Población del proyecto	18
3.2.4.3. Dotación	19
3.2.4.4. Caudales de aguas residuales	19
3.2.5. Diseño del sistema de alcantarillado	22
3.2.5.1. Fórmulas para el diseño	23
3.2.5.2. Coeficiente de rugosidad	25

3.2.5.3. Flujo mínimo en las redes	25
3.2.5.4. Criterio de velocidad	26
3.2.5.5. Tirante de agua	28
3.2.5.6. Criterio de la tensión tractiva	29
3.2.5.7. Pendientes de alcantarillas	31
3.2.5.8. Diámetro mínimo de alcantarillas	32
3.2.6. Evaluación social	32
3.2.6.1. Beneficios sociales	33
3.2.6.2. Costos sociales	34
3.2.6.3. Indicadores de rentabilidad social y su estimación	35
3.3. Definición de términos básicos	36
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	37
4.1. Localización	37
4.2. Materiales, herramientas y/o equipos	39
4.2.1. En campo	39
4.2.1.1. Materiales	39
4.2.1.2. Herramientas	40
4.2.1.3. Equipos	40
4.2.2. En gabinete	40
4.2.2.1. Materiales	40
4.2.2.2. Equipos	40
4.3. Diseño de la investigación	41
4.3.1. Tipo de investigación	41
4.3.1.1. De acuerdo al fin que persigue	41
4.3.1.2. De acuerdo a los tipos de datos analizados	41
4.3.1.3. De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis	41
4.3.2. Población y muestra	41
4.3.2.1. Población	41
4.3.2.2. Tamaño de la muestra	41

4.3.2.3. Procedimiento de muestreo	42
4.4. Metodología y procedimiento	42
4.4.1. Reconocimiento del terreno	42
4.4.2. Levantamiento topográfico del área elegida como muestra	43
4.4.3. Entrevistas para obtener datos del número de habitantes por lote	43
4.4.4. Diseño de la red convencional y condominial de alcantarillado Sanitario	44
4.4.4.1. Datos generales	44
4.4.4.2. Diseño de los sistemas	46
4.4.5. Comparación técnico – económica de la red de alcantarillado convencional y condominial	49
4.4.6. Selección de la red de alcantarillado sanitario	50
4.4.7. Evaluación social del sistema elegido	50
4.5. Análisis de datos	52
V. RESULTADOS	54
5.1. Reconocimiento del terreno	54
5.2. Levantamiento topográfico del área elegida como muestra	54
5.3. Recolección de datos	56
5.4. Diseño de la red convencional y condominial de alcantarillado sanitario	57
5.4.1. Resultados paralelos para el diseño	57
5.4.2. Red convencional	57
5.4.2.1. Resultados de la asignación de caudales considerados para el cálculo	57
5.4.2.2. Resultados de las velocidades de diseño obtenidos según rangos	63
5.4.2.3. Resultados de diámetros obtenidos en el diseño	64
5.4.2.4. Resultados de tensión tractiva obtenidos en el diseño	65
5.4.2.5. Resultados de las características hidráulicas obtenidas	66
5.4.3. Red condominial	72

5.4.3.1. Resultados de la asignación de caudales considerados para el cálculo	72
5.4.3.2. Resultados de las velocidades de diseño obtenidos según rangos	78
5.4.3.3. Resultados de diámetros obtenidos en el diseño	79
5.4.3.4. Resultados de tensión tractiva obtenidos en el diseño	79
5.4.3.5. Resultados de las características hidráulicas obtenidas	81
5.4.4. Eficiencia hidráulica	86
5.5. Comparación técnico – económico, convencional vs condominial de los sistemas de alcantarillado para el AA. HH Pueblo Joven 16 de Octubre	87
5.5.1. Parámetros de comparación	87
5.5.2. Comparación económica de los sistemas	89
5.5.2.1. Sistema convencional	89
5.5.2.2. Sistema condominial	91
5.5.2.3. Compración de partidas influyentes en presupuestos	94
5.6. Selección de la red de alcantarillado sanitario	98
5.6.1. Evaluación social del sistema	98
VI. DISCUSIÓN	101
VII. CONCLUSIONES	103
VIII. RECOMENDACIONES	104
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
X. ANEXOS	107

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. <i>Dimensiones de cajas de registro.</i>	12
Tabla 2. <i>Recubrimiento mínimo de tuberías.</i>	14
Tabla 3. <i>Densidad poblacional.</i>	19
Tabla 4. <i>Ingresos y dotación de agua.</i>	19
Tabla 5. <i>Caudales de infiltración.</i>	21
Tabla 6. <i>Dotación per cápita.</i>	44
Tabla 7. <i>Fórmulas para el cálculo de tasa de crecimiento.</i>	45
Tabla 8. <i>Fórmulas para el cálculo de población futura.</i>	45
Tabla 9. <i>Factores de conversión a precios sociales a nivel de componentes de inversión-saneamiento rural.</i>	51
Tabla 10. <i>Costos per cápita en área urbana.</i>	52
Tabla 11. <i>Lotes construidos y no construidos en el 2016 en el área de estudio.</i>	53
Tabla 12. <i>Puntos levantados en campo</i>	55
Tabla 13. <i>Resultados de la recolección de datos de entrevista</i>	56
Tabla 14. <i>Población futura de diseño.</i>	57
Tabla 15. <i>Caudales de diseño del sistema convencional de alcantarillado sanitario.</i>	58
Tabla 16. <i>Resultados de cálculo hidráulico (Sistema convencional).</i>	67
Tabla 17. <i>Caudales de diseño del sistema condominial de alcantarillado sanitario.</i>	73
Tabla 18. <i>Resultados de cálculo hidráulico (Sistema condominial).</i>	82
Tabla 19. <i>Comparación de consideraciones técnicas de cada sistema de alcantarillado sanitario</i>	87
Tabla 20. <i>Comparación económica de los sistemas de alcantarillado sanitario</i>	87
Tabla 21. <i>Comparación de consideraciones sociales de cada sistema de alcantarillado sanitario</i>	88
Tabla 22. <i>Presupuesto sistema convencional.</i>	89
Tabla 23. <i>Presupuesto sistema condominial.</i>	91
Tabla 24. <i>Beneficios sociales.</i>	98
Tabla 25. <i>Índice de costo – eficacia.</i>	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Esquema de una red de alcantarillado convencional.</i>	6
Figura 2. <i>Esquema de una red de alcantarillado condominial.</i>	8
Figura 3. <i>Cajas de inspección convencional.</i>	12
Figura 4. <i>Trazado de red pública de alcantarillado condominial.</i>	13
Figura 5. <i>Alternativas de trazado de las redes condominiales.</i>	14
Figura 6. <i>Caja de inspección – Sistema de alcantarillado condominial.</i>	15
Figura 7. <i>Conexión domiciliaria interna.</i>	16
Figura 8. <i>Conexiones domiciliares fuera del lote.</i>	17
Figura 9. <i>Definición de parámetros para tensión tractiva en un colector circular</i>	30
Figura 10. <i>Mapa político del Perú.</i>	38
Figura 11. <i>Mapa de la Región Amazonas.</i>	38
Figura 12. <i>Mapa provincias de Amazonas.</i>	38
Figura 13. <i>Mapa distritos de Chachapoyas.</i>	38
Figura 14. <i>Imagen satelital del área de estudio.</i>	39
Figura 15. <i>Parámetro técnicos de diseño.</i>	47
Figura 16. <i>Diámetros comerciales de diseño.</i>	47
Figura 17. <i>Caudales de diseño.</i>	48
Figura 18. <i>Características hidráulicas.</i>	49
Figura 19. <i>Área de estudio.</i>	54
Figura 20. <i>Velocidades de diseño en tuberías.(Sistema convencional)</i>	63
Figura 21. <i>Diámetros de diseño. (Sistema convencional)</i>	64
Figura 22. <i>Tensión tractiva. (Sistema convencional)</i>	65
Figura 23. <i>Características hidráulicas. (Sistema convencional)</i>	65
Figura 24. <i>Velocidades de diseño en tuberías. (Sistema condominial)</i>	78
Figura 25. <i>Diámetros de diseño. (Sistema condominial)</i>	79
Figura 26. <i>Tensión tractiva. (Sistema condominial)</i>	80
Figura 27. <i>Características hidráulicas. (Sistema condominial)</i>	80
Figura 28. <i>Eficiencia hidráulica del tirante calculado (Sistema condominial)</i>	86
Figura 29. <i>Eficiencia hidráulica del tirante calculado (Sistema convencional)</i>	86
Figura 30. <i>Excavación de red matriz. (Sistema convencional)</i>	94
Figura 31. <i>Excavación de red matriz. (Sistema condominial)</i>	94
Figura 32. <i>Longitud de red matriz.</i>	95
Figura 33. <i>Altura de buzones. (Sistema convencional)</i>	96
Figura 34. <i>Altura de buzones. (Sistema condominial)</i>	96
Figura 35. <i>Inversión general.</i>	97

RESUMEN

El AA.HH Pueblo Joven 16 de Octubre de la ciudad Chachapoyas, a la fecha no cuenta con redes de alcantarillado sanitario, lo que genera un gran problema de contaminación en su población ya que la deposición final de excretas la realizan en pozos ciegos artesanales y a campo abierto. Por tal motivo tomamos como base esta situación actual para realizar la presente investigación, teniendo por objetivo el diseño y evaluación del sistema de alcantarillado sanitario que resulte más adecuado para las condiciones del área de estudio, para lograr este fin fue necesario considerar un procedimiento sucesivo y metodológico de actividades, de los diseños elaborados para el sistema convencional se requiere la longitud total de 5620.04 ml de tubería con diámetros que van desde 160mm a 355mm y 93 buzones con una altura promedio de 1.94m y diámetro de 1.20m, mientras que para el sistema condominial se requiere la longitud total de 3087.89 ml de tubería con diámetros que van desde 160 mm a 200mm y 65 buzones con una altura promedio de 1.60m y diámetro de 1.20m. Por último el sistema de alcantarillado sanitario más adecuado para el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre es el condominial por su adaptación técnica, económica al medio y su admisible evaluación social.

Palabras clave: Sistema condominial, sistema convencional, evaluación social.

ABSTRACT

The AA.HH. Young People October 16 of the city Chachapoyas, to date does not have sanitary sewer networks, which generates a large pollution problem in its population since the final deposition of excreta is carried out in artisanal blind wells and in the open field. For this reason we take as a basis this current situation to carry out the present investigation, having as objective the design and evaluation of the sanitary sewer system that is more suitable for the conditions of the study area, to achieve this end it was necessary to consider a successive procedure and methodological activities, of the designs developed for the conventional system requires the total length of 5620.04 ml of pipe with diameters ranging from 160mm to 355mm and 93 mailboxes with an average height of 1.94m and diameter of 1.20m, while for the system condominial the total length of 3087.89 ml of pipe with diameters ranging from 160 mm to 200 mm and 65 boxes with an average height of 1.60 m and diameter of 1.20 m is required. Finally, the sanitary sewer system most suitable for the AA. HH Pueblo Joven October 16 is the condominium for its technical, economic adaptation to the environment and its admissible social evaluation.

Keywords: Condominial system, conventional system, social evaluation

I. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de las localidades urbanas, sus servicios en general se inician con un precario abastecimiento de agua potable y van satisfaciendo sus necesidades con base en obras paulatinas en bien de su economía. Como consecuencia se presenta el problema de la eliminación de las aguas servidas o aguas residuales, requiriendo así la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para conducir las aguas residuales que produce una población, incluyendo el comercio, los servicios y a la industria a su destino final.

En tal sentido y teniendo en cuenta los aspectos de salubridad y mejores condiciones de la calidad de vida de los pobladores; el presente proyecto de investigación propone la creación del diseño del sistema de alcantarillado sanitario y su evaluación social, para el sector de mayor crecimiento poblacional y que actualmente cuenta con viviendas de uso permanente dentro del AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre.

Para ello se detallará todo lo referente a los sistemas Convencional y Condominial de alcantarillado sanitario, explicando sus ventajas y desventajas, llegando a conclusiones que reflejen que cada sistema resulta provechoso para un grupo de condiciones de características determinadas ya sea por la topografía del terreno, presupuesto y/o condiciones sociales.

Con la culminación de esta investigación los pobladores de AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre, contarán con una propuesta efectiva que ayudará a satisfacer una de las necesidades más importantes dentro de su desarrollo y salubridad; así mismo permitirá mejorar el medio ambiente y posibilitará disminuir los riesgos de enfermedades infectocontagiosas.

II. OBJETIVOS

Los Objetivos fueron:

2.1. Objetivo general

- ✓ Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario del AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre y evaluar su rentabilidad social.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Conocer los sistemas condominial y convencional de alcantarillado sanitario.
- ✓ Diseñar y evaluar los dos sistemas de alcantarillado sanitario.
- ✓ Establecer técnica, económica y socialmente el sistema más eficiente.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Marco de Referencia

3.1.1. Antecedentes

Para contextualizar la investigación, se describe los principales trabajos publicados sobre el tema “Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario”, resaltando los aspectos que han sido investigados y a las conclusiones que llegaron. Estas investigaciones son citadas por que merecen los debidos créditos por su valioso aporte en la investigación referido al tema antes mencionado.

(Olivari O. P. & Castro R. , 2008) en la investigación denominada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”, haciendo uso de simulaciones hidráulicas con los programas Epanet, WaterCad y SewerCad, buscaron solucionar el problema del abastecimiento de agua potable y de la evacuación de las aguas servidas, contando con un sistema de alcantarillado, para ello realizaron trabajos de campo como levantamiento topográfico y análisis de suelos lo que les permitió tener una idea clara de la realidad del lugar donde se desarrolló la investigación.

(Sotelo, M., 2010) en la investigación “Construcción y Optimización del Sistema Condominial de alcantarillado”, la tesis antes citada, consiste básicamente en tres etapas; la primera comprende la descripción general del funcionamiento, procesos

constructivos del sistema condominial y convencional de alcantarillado y requisitos técnicos.

La segunda etapa está basada en la comparación de los sistemas constructivos, cronogramas y presupuestos comparativos, rendimientos y cuadrillas, así como de los recursos y metrados involucrados en cada uno de ellos, con la finalidad de ver la rentabilidad de cada proyecto con diferente proceso de construcción y analizar cuál de las dos alternativas resulta más económica, según las condiciones topográficas, factor considerado en la presente tesis además del tipo de nivel socio cultural rural. Una vez que se ha escogido como proceso constructivo el sistema condominial de alcantarillado, debido a mejores ventajas sobre el sistema convencional, para terrenos accidentados como es este presente caso. Luego se procede a la tercera etapa de la tesis, que consiste en la optimización del sistema elegido.

(Bernal J. P. & Rengifo J. C. , 2013) en la tesis titulada “Diseño Hidráulico de la Red de Agua Potable y Alcantarillado del Sector la Estación de la Ciudad de Ascope-La Libertad”, se ha realizado el diseño hidráulico de la red de agua y alcantarillado considerando las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, obteniendo una solución con una infraestructura integral del proyecto que contempla la instalación de red de distribución con instalaciones domiciliarias para el sistema de agua e instalación de buzones, instalación de redes colectoras, emisoras, conexiones domiciliarias para el sistema de alcantarillado, favoreciendo en su integridad a la conservación del medio ambiente.

(Leiva, C. A., 2015) en su tesis titulada “Estudio Comparativo Técnico-Económico de la Red de Alcantarillado Convencional y Condominial en el AA.HH. Pamplona alta, sector las Américas” analiza la comparación de dos alternativas existentes del diseño de alcantarillado, que tendrán la misma función, pero con diferentes aspectos de diseño y construcción.

Logrando así al final mediante la comparación de estos dos sistemas diferentes de alcantarillado seleccionar cuál es el mejor que se adopte a las condiciones técnicas y económicas de la zona de estudio el AA.HH. Pamplona Alta Sector Las Américas en San Juan de Miraflores, dando solución al problema de la evacuación de aguas servidas.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Definición de un sistema de alcantarillado sanitario

Conducto de servicio público cerrado, destinado a recolectar y transportar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales (*Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, 2005*)

Conjunto de tuberías que conducen las aguas residuales hasta el sitio de disposición final de las mismas. (*Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado, 2007*).

Un sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir, conducir, ventilar y evacuar las aguas residuales de la población. De no existir estas redes de recolección de agua, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales (*Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009*).

Es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias. (*Actualización de los criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la Z.M.G., 2014*).

Los sistemas de alcantarillado, tienen como función el retiro de las aguas que ya han sido utilizadas en una población y por ende contaminado, estas aguas reciben el nombre genérico de “aguas residuales”; también sirven para retirar las aguas pluviales. El alcantarillado consiste en un sistema de conductos enterrados llamados alcantarillas, que generalmente se instalan en el centro de las calles. (*Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado, 2013*).

3.2.2. Descripción de los sistemas de alcantarillado sanitario

Según el (*Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009*).

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales. Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo.

El tipo de alcantarillado que se use depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto.

3.2.2.1. Sistema convencional de alcantarillado sanitario

Según el manual (*Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, 2005*). Los sistemas convencionales de alcantarillado son el método más popular para la recolección y conducción de las aguas residuales. Está constituido por redes colectoras que son construidas, generalmente, en la parte central de calles y avenidas e instaladas en pendiente, permitiendo que se establezca un flujo por gravedad desde las viviendas hasta la planta de tratamiento (véase figura 1).

Otro componente de este sistema son las conexiones domiciliarias que se conecta con la red de desagüe de las viviendas, con la finalidad de transportar las aguas residuales desde ellas a las alcantarillas más cercanas.

El componente complementario más importante son los buzones de inspección, que se ubican principalmente en la intersección de colectores, en el comienzo de todo colector y en los tramos rectos de colectores a una distancia hasta de 250 m. La principal función de estas cámaras es la limpieza de los colectores para evitar su obstrucción.

Los colectores son generalmente de 200 mm o mayor, siendo excepcionales los de 150 mm., y son normalmente instalados a una profundidad mínima de 1 m.

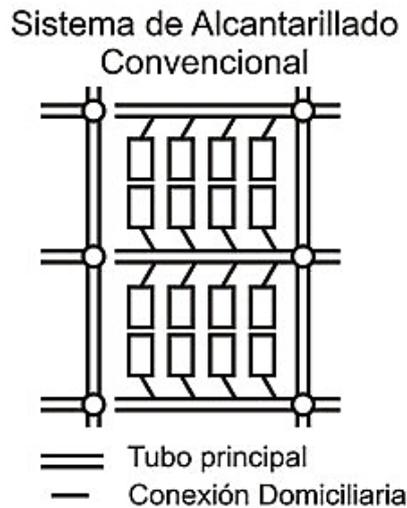


Figura 1. Esquema de una red de alcantarillado convencional. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipalidades rurales y pequeñas comunidades.

3.2.2.2. Sistema condominial de alcantarillado sanitario

Según el manual (*Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, 2005*). El sistema de alcantarillado condominial se origina en Brasil en la década de los años 80 como una alternativa de menor costo al sistema convencional. Las características básicas de este sistema son las siguientes:

- Los colectores frecuentemente son tendidos interiormente a las viviendas, partiendo de las instalaciones sanitarias del lote, siguiendo el recorrido más favorable de acuerdo a la pendiente del terreno y evitando excavaciones profundas. Las redes también podrán ser trazadas exteriormente a las viviendas, a través de jardines y veredas, como en el alcantarillado simplificado. De esta manera es posible obtener ahorros sustanciales en cuanto a la longitud, el diámetro y la profundidad de las tuberías empleadas.
- El trazado de las redes deberá hacerse siguiendo el criterio de servir a bloques urbanos vistos como una sola unidad, en lugar de servir a lotes de manera individual. Al conjunto de lotes que funcionan como unidad de servicio se le denomina “condominio” y se le define como el grupo de lotes (manzana) que es atendido por una misma red o tubería condominial (véase figura 2). Cada manzana es considerada como si fuera la proyección

horizontal de un edificio. De esta manera, las redes condominiales dentro de una cuadra se construyen a lo largo de las propiedades privadas de sucesivas (lotes) con el permiso de los dueños.

- Este sistema es aplicable tanto a áreas planeadas como no planeadas
- Los elementos de inspección y mantenimiento de redes son sencillos y de bajo costo de construcción.
- Para adoptar el modelo condominial es importante e imprescindible integrar el trabajo social y la participación comunitaria con los aspectos técnicos de ingeniería y diseño. El diseño definitivo del sistema se elaborará luego de la participación de la comunidad beneficiaria. El diseño preliminar será solamente referencial con los elementos necesarios para la definición de los metrados principales y los correspondientes presupuestos para la contratación de las obras.
- El modelo condominial implica, por lo tanto, un enfoque global no sólo respecto del diseño de ingeniería y su puesta en funcionamiento, sino también desde el punto de vista de la participación comunitaria o intervención social en todas las fases del proceso, así como en la adquisición de conocimientos por los usuarios a través de la educación sanitaria y ambiental. Al involucrar al usuario en todo el proceso - planificación y diseño, construcción y mantenimiento de las redes, es posible lograr una reducción aún mayor de los costos.

Las aguas residuales recolectadas y transportadas por las redes condominiales serán descargadas a una red principal, la cual podrá ser diseñada bajo los criterios de una red convencional.

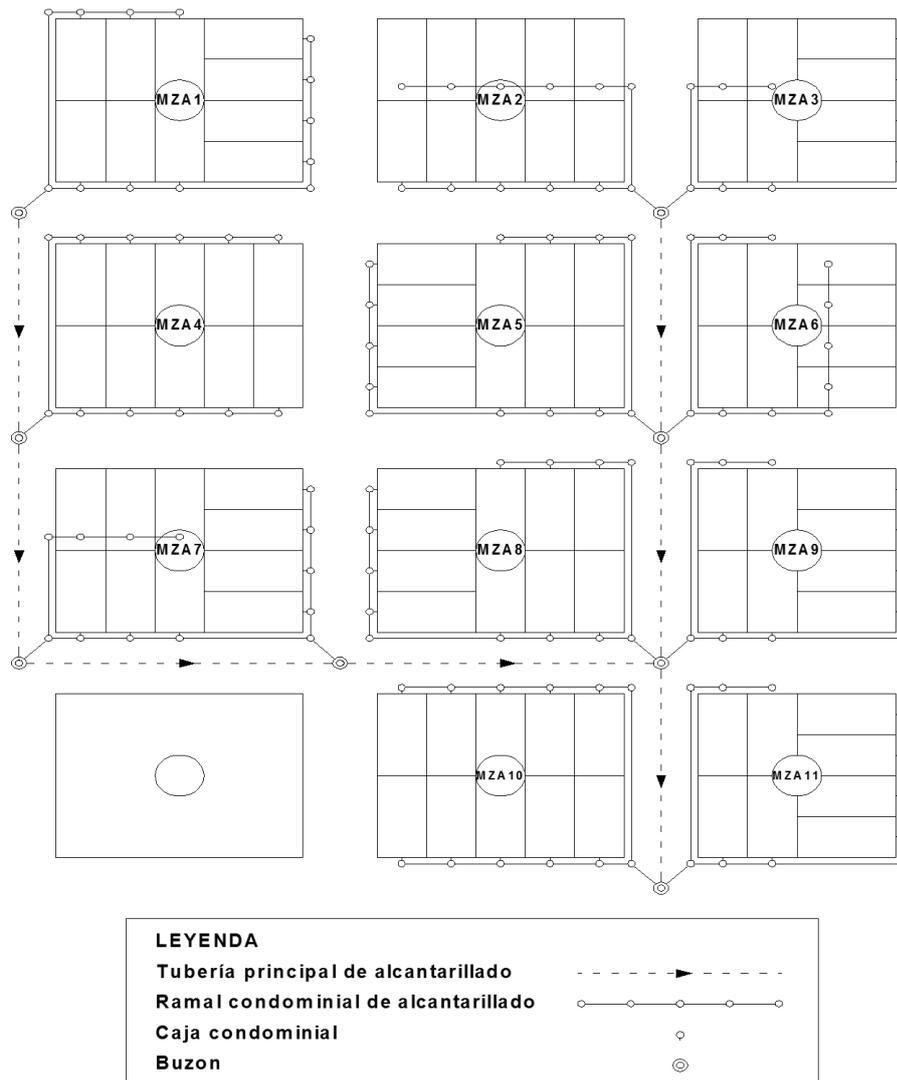


Figura 2. Esquema de una red de alcantarillado condominial. Reglamento Nacional de Edificaciones. OS.070.

3.2.3. Componentes de los sistemas de alcantarillado sanitario

3.2.3.1. Componentes del sistema de alcantarillado sanitario convencional

El manual (*Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, 2005*) detalla los siguientes componentes:

1. Conexión domiciliar

La conexión domiciliar deberá tener los siguientes componentes:

- ✓ El elemento de reunión constituido por una caja de registro cuyas dimensiones son especificadas en la tabla 1.

- ✓ El elemento de conducción conformado por una tubería con una pendiente mínima de 15 por mil.
- ✓ El elemento de empalme o empotramiento constituido por un accesorio de empalme que permita libre descarga sobre la clave del tubo colector.
- ✓ El diámetro mínimo de la conexión será 100 mm.

2. Tuberías

Ubicación

A continuación, se describen los criterios más importantes para la ubicación de las tuberías:

- En las calles de 20 m de ancho o menos se proyectará una línea de alcantarillado de preferencia en el eje de la calle.
- En las calles o avenidas de más de 20 m. de ancho, se proyectarán dos líneas de alcantarillado, una a cada lado de la vía, salvo el caso de que se justifique la instalación de una sola línea.
- Si el ancho de la vereda lo permite y no hay interferencia con otros servicios públicos, la tubería de alcantarillado podrá ubicarse en ella, pero la distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo, deberá ser como mínimo 2 m.
- La distancia mínima a cables eléctricos, telefónicos u otras instalaciones, será de 1 m. medido entre planos verticales tangentes.
- En vías peatonales, se puede reducir la distancia entre tuberías y entre estas y los límites de propiedad.

Profundidad mínima

Los colectores se proyectarán a una profundidad tal, que asegure satisfacer la más desfavorable de las siguientes condiciones:

- La profundidad necesaria para no interferir con otros servicios públicos existentes o proyectados, ubicados principalmente en las calles transversales a la línea del colector

- Un recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del colector en relación con el nivel de la calzada; salvo vías peatonales en que el recubrimiento podrá ser menor.
- Asegurar el drenaje de todos los lotes que den frente a la calle en la que estará ubicado el colector.

En vías peatonales pueden reducirse la distancia entre las tuberías, y entre estas y los límites de propiedad, así como los recubrimientos, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
- Se utilicen tuberías de calidad que garantice que no se producirán filtraciones.
- Las vías peatonales diseñadas presenten elementos (bancas, jardines, etc.), que impidan el paso de vehículos.

Profundidad máxima

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas, de acuerdo al tipo de suelo y que no obligue al tendido de alcantarillas auxiliares. La profundidad máxima admisible recomendada, será de 5,0 m.

3. Cámaras de inspección

Las cámaras de inspección serán ubicadas en la línea de alcantarillado para facilitar la limpieza y mantenimiento de las redes y evitar que se obstruyan debido a una acumulación excesiva de sedimentos.

Ubicación de las cámaras de inspección

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

- ✓ En el inicio de todo colector.
- ✓ En todos los empalmes de los colectores.
- ✓ En los cambios de dirección.
- ✓ En los cambios de pendiente.

- ✓ En los cambios de diámetro, con un diseño tal que las tuberías coincidan en la clave cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro, y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.
- ✓ En los cambios de material.
- ✓ En los puntos donde se diseñan caídas en los colectores.
- ✓ En todo lugar que sea necesario por razones de inspección y limpieza.
- ✓ En cada cámara de inspección se admite solamente una salida de colector.

Separación máxima de las cámaras de inspección

La separación máxima entre las cámaras de inspección será:

- ✓ Para tuberías de 150 mm : 80 m.
- ✓ Para tuberías de 200 a 250 mm : 100 m.
- ✓ Para tuberías de 300 a 600 mm : 150 m.
- ✓ Para tuberías de mayores diámetros : 250 m.

Tipos de cámaras de inspección

✓ **Cajas de inspección o buzonetas**

Se deberán emplear solo en vías peatonales cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento menor de 1 m sobre la clave del tubo. Sus dimensiones serán determinadas de acuerdo a los diámetros y profundidad de las tuberías.

✓ **Buzones**

Se deberán emplear cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del tubo. El diámetro interior de los buzones será 1.20 m. para tuberías de hasta de 800 mm de diámetro y de 1,50 m. para tuberías hasta de 1200 mm de diámetro. Los buzones podrán ser prefabricados o contruidos en obra. El techo será una loza removible de concreto armado y llevará una abertura de acceso de 0,60 m de diámetro (véase figura 3).

Canaletas media caña

En el fondo de las cámaras de inspección, se deberá diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente del 25% entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara

Cámaras con caída

En las cámaras de inspección en que las tuberías no lleguen a un mismo nivel, se deberá proyectar caídas especiales cuando la descarga o altura de caída, con respecto al fondo de la cámara, sea mayor de 1 m.

Control de remanso

Para evitar la formación de remansos, el fondo de la cámara de inspección deberá tener una pendiente similar a la pendiente mayor de los conductos que llegan a ella.

Tabla 1

Dimensiones de cajas de registro

Dimensiones interiores	Diámetro máximo (mm)	Profundidad máxima (m)
0.25x0.50	100	0.60
0.30x 0.60	150	0.80
0.45x0.60	150	1.00
0.60x0.60	200	1.20

Fuente: Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

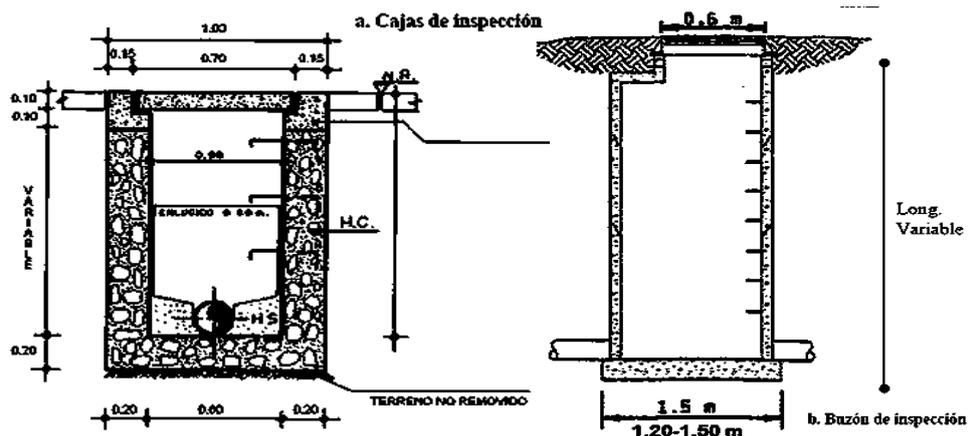


Figura 3. Caja de inspección convencional. Reglamento Nacional de Edificaciones. OS.070

3.2.3.2. Componentes del sistema de alcantarillado sanitario condominial

1. Tuberías

Redes Públicas

En el sistema condominial las redes principales son tangentes a las manzanas y un conjunto de viviendas se conecta a la red mediante un único punto de conexión. La red pública es el conjunto de tuberías que reciben las aguas residuales de ramales condominiales o conexiones domiciliarias y sólo se aproxima a la manzana para recibir el ramal condominial, en vez de rodearla, como en el sistema convencional. Esta red puede ser diseñada bajo los criterios del sistema convencional y/o simplificado.

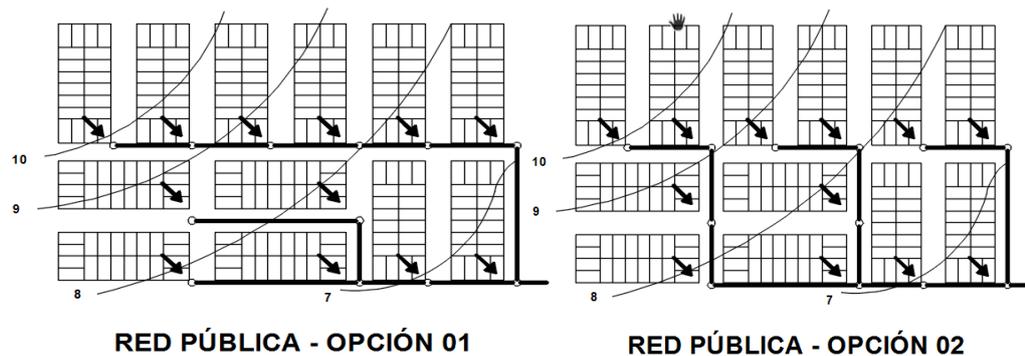


Figura 4. Trazado de red pública de alcantarillado condominial. Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

Ramales Condominiales

El ramal condominial recoge las aguas residuales de un conjunto de viviendas conectadas en un punto de la red principal. El grupo de viviendas o lotes que se conectan a la red de alcantarillado en un único punto de la red principal conforma un condominio.

Según el drenaje natural del terreno, el proyectista definirá la ubicación más probable del ramal condominial que atenderá cada manzana, conectando todas las edificaciones hasta un punto de la red pública. Según la topografía y el trazado urbano, una manzana podrá tener más de un ramal condominial.

En el sistema condominial existen cuatro alternativas de trazado de los ramales, las alternativas de trazado de ramales condominiales son las siguientes:

- Ramal por el fondo de los lotes.
- Ramal por el frente de los lotes.
- Ramal por las aceras.
- Ramal mixto.

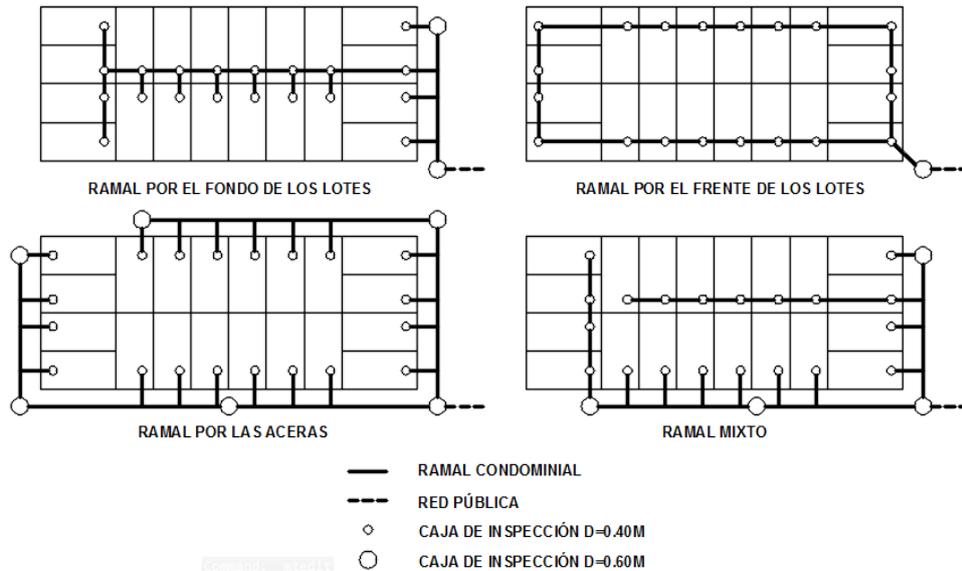


Figura 5. Alternativas de trazado de las redes condominiales. Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

Profundidad de los colectores

La profundidad mínima de instalación de una tubería será definida en función de recubrimiento mínimo de las tuberías de acuerdo a la tabla 2 y la posibilidad de permitir la correcta conexión de las conexiones domiciliarias a la red pública de alcantarillado.

Tabla 2
Recubrimiento mínimo de tuberías

Ubicación del colector	Profundidad mínima (m)
En los lotes	0.20 – 0.30
En las áreas verdes y veredas	0.45 – 0.65
Red principal por la calzada de la vía pública	0.85 – 1.00

Fuente: Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

2. Cámaras de inspección

En el diseño de un sistema condominial, el proyectista debe prever un elemento de inspección en cada una de las siguientes situaciones:

- ✓ En el inicio de todo colector.
- ✓ En la conexión de la instalación intradomiciliaria en el ramal condominial.
- ✓ En cualquier punto donde la tubería cambia de diámetro, dirección o pendiente.
- ✓ En cualquier punto donde haya empalme de colectores.
- ✓ Las cámaras de inspección serán de dos tipos.

En un sistema condominial se usan normalmente los siguientes elementos de inspección, de acuerdo con la profundidad de la tubería:

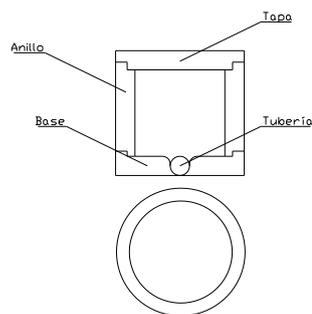
Caja de inspección- Tipo CI40

Se ubicará en el ramal condominial, de preferencia en un área protegida. Tendrá un diámetro de 0,40 m y será instalado cuando la profundidad de las tuberías es menor a 0,90 m. La separación máxima de estas cajas de inspección será 20 m. Se utilizarán en la conexión entre la instalación intradomiciliaria y el ramal condominial (véase figura 6)

-

Buzoneta- Tipo CI60

Se ubicarán en las redes principales cuando las profundidades de las tuberías se encuentren entre 0,90 a 1,20 m. La separación máxima entre buzonetos será de 60 m para tuberías de 150 mm y de 80 m para tuberías de 200 mm. El diámetro de esta caja de inspección será de 0,60 m.



CÁMARA DE INSPECCIÓN TÍPICA

Figura 6. Caja de inspección - Sistema de alcantarillado condominial.
Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

Buzón

Deberá ser ubicada en la red pública cuando la profundidad de las tuberías sea mayor a 1.20m. La separación máxima será de acuerdo a lo especificado en el diseño del sistema de alcantarillado convencional.

3. Conexiones domiciliarias

Conexión dentro del lote

Si el ramal condominial se encuentra dentro del lote, la conexión de la vivienda se realizará mediante una “caja de inspección” (véase figura 7). La caja de inspección deberá ser instalada durante la construcción del ramal condominial, una en cada lote o vivienda. El usuario será responsable de la conexión de sus instalaciones intra domiciliarias, una vez que el sistema se encuentre concluido y próximo al inicio de funcionamiento.

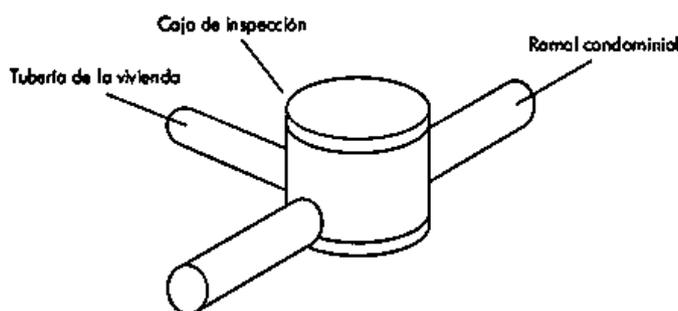


Figura 7. Conexión domiciliar interna. Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

Conexión fuera del lote

Si el ramal condominial se encuentra fuera del lote (acera), la conexión de la vivienda se realizará mediante un accesorio de PVC tipo “T”, “Y” o una “Silleta”. El accesorio de PVC será conectado mediante una tubería corta a la caja de inspección que estará ubicada dentro del lote, en una zona más protegida y próxima al límite público (véase figura 8).

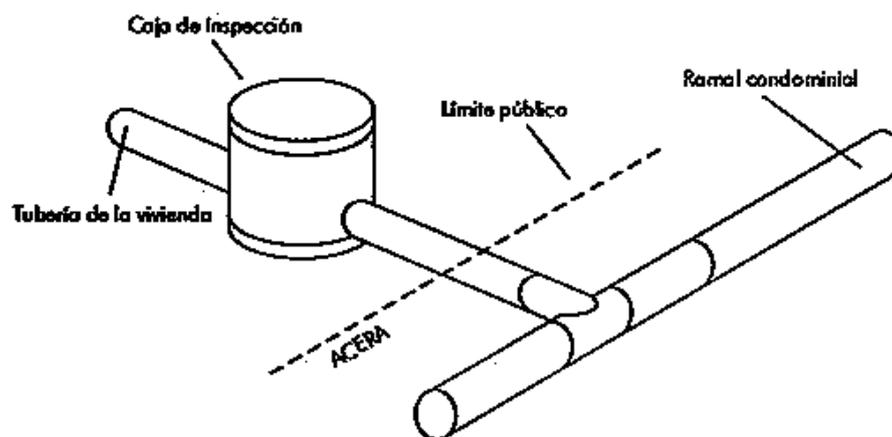


Figura 8. Conexiones domiciliarias fuera del lote. Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

3.2.4. Parámetros de diseño de las redes de alcantarillado sanitario

El (*Manual de diseño y construcción de sistemas condominiales de alcantarillado sanitario, 2001*) menciona lo siguiente:

Los parámetros de diseño definen el tamaño del sistema a ser construido y deberán ser establecidos de acuerdo con la demanda real por el servicio, ya que tienen incidencia directa en los costos de inversión, operación y mantenimiento de los sistemas instalados.

Según el manual (*Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, 2005*) los parámetros de diseño a tener en cuenta son los siguientes:

3.2.4.1. Periodo de diseño

El período de diseño permite definir el tamaño del proyecto en base a la población a ser atendida al final del mismo.

En proyectos de alcantarillado en el medio rural se recomienda asumir periodos de diseño relativamente cortos, del orden de 20 años, considerando la construcción por etapas, con el fin que se reduzca al mínimo y se puedan ajustar los posibles errores en las estimaciones de crecimiento de población y su consumo de agua.

Otro criterio que podría considerarse, es el que relaciona el periodo de diseño con el tamaño de la población del proyecto, tal como se muestra a continuación:

- Localidades de 1 000 a 15 000 habitantes : 10 a 15 años.
- Localidades de 15 000 a 50 000 habitantes : 15 a 20 años.

3.2.4.2. Población del proyecto

La cantidad de alcantarillado sanitario que se construirá en una comunidad depende de la población beneficiada y de su distribución espacial. Los tipos de población que normalmente se toman en cuenta son:

- Población actual, es la población existente en el momento de la elaboración de los diseños de ingeniería.
- Población al inicio del proyecto, es la población que va a existir en el área estudiada al inicio del funcionamiento de las redes.
- Población al fin del proyecto, es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto.

Además, se tendrá que tomar en cuenta que el número de habitantes por vivienda y la densidad de ocupación, generalmente, tienen relación directa con el nivel de ingresos de la comunidad. En áreas de altos ingresos, el número medio de personas en una vivienda puede ser de 3,5 hab./vivienda. En áreas de bajos ingresos, este número puede llegar a ser tan alto como 10 hab./vivienda. Para las proyecciones se deberá obtener una cifra real de la densidad ocupacional basada en los levantamientos demográficos realizados durante la caracterización del área. Los valores siguientes pueden ser considerados como una primera referencia de la densidad de ocupación:

Tabla 3
Densidad poblacional

Tipo de zona según nivel de ingresos	Densidad poblacional (hab/vivienda)
Alto	4.0
Medio	5.5
Bajo	7.0

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas condominiales de alcantarillado sanitario. Programa de agua y saneamiento. Bolivia.

3.2.4.3. Dotación

Los estimados de los flujos de aguas residuales provenientes de las viviendas se basan comúnmente en el consumo de agua de la familia. Por esto, para diseñar el sistema de alcantarillado, habrá que definir la dotación de agua potable por habitante. La dotación, a su vez, dependerá del clima, el tamaño de la población, características económicas, culturales, información sobre el consumo medido en la zona, etc.

Quizás uno de los factores que más influye en el consumo de agua de una población sea su nivel de ingresos, en la tabla 4 se muestra, como referencia, niveles de ingreso y su respectivo consumo de agua.

Tabla 4
Ingresos y dotación de agua

Tipo de área a ser atendida según nivel de ingresos	Dotación per cápita (L/Hab/día)
Alto	250 – 180
Medio	180 – 120
Bajo	120 – 80

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas condominiales de alcantarillado sanitario. Programa de Agua y Saneamiento. Bolivia

3.2.4.4. Caudales de aguas residuales

Para determinar el caudal de aguas residuales que se utilizará en el diseño de los sistemas de alcantarillado, se debe considera los siguientes factores:

➤ **Factor de retorno (C)**

La cantidad de aguas residuales generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos.

El porcentaje de agua distribuida que se pierde y no ingresa a las redes de alcantarillado, depende de diversos factores, entre los cuales están: los hábitos y valores de la población, las características de la comunidad, la dotación de agua, y las variaciones del consumo según las estaciones climáticas de la población.

Es recomendable estimar este factor en base a información y estudios locales, sin embargo, cuando no puedan ser realizados es recomendable asumir valores entre 0,80 a 0,85.

➤ **Caudal de infiltración (Qi)**

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita (buzones), cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:

- ✓ Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- ✓ Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- ✓ Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.
- ✓ Material de la tubería y tipo de unión.

En la tabla 5, se recomienda tasas de infiltración en base al tipo de tubería, al tipo de unión y la situación de la tubería respecto a las aguas subterráneas.

Tabla 5
Caudales de infiltración (L/s/km)

Unión	Tubo de cemento		Tubo de arcilla		Tubo de arcilla vitrificada		Tubo de P.V.C	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Nivel Freático bajo	0.50	0.20	0.50	0.10	0.20	0.10	0.10	0.05
Nivel Freático alto	0.80	0.20	0.70	0.10	0.30	0.10	0.15	0.50

Fuente: Norma Boliviana NB 688-01 de Alcantarillado Sanitario.

➤ **Caudal por conexiones erradas (Qe)**

Se deben considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, así como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios que incorporan al sistema aguas pluviales. El caudal por conexiones erradas puede ser del 5% al 10% del caudal máximo horario de aguas residuales.

➤ **Caudal de diseño**

Los caudales que discurrirán a través de las redes de alcantarilla para el inicio y fin del proyecto se calculan de la siguiente manera:

➤ **Caudal medio**

$$Q_{med} = \frac{CxPxDot}{86400}$$

Donde:

Q = Caudal medio.

C = Coeficiente de retorno (0.80).

P = Población que puede ser de acuerdo al cálculo del caudal máximo o mínimo.

Pi = Población al iniciar el funcionamiento del sistema.

Pf = Población para el alcance del proyecto.

Dot = Consumo promedio de agua, en litros por persona por día.

➤ **Caudal máximo horario**

$$Q_{mh} = KxQ_{med} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

Qmh = Caudal máximo horario.

K = Coeficiente de flujo máximo.

➤ **Caudal de diseño**

El dimensionamiento de los conductos deberá atender los máximos caudales de descarga según la siguiente expresión:

$$Qd = Qmh + Qi + Qe + Qc \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

- Qmh** = Caudal máximo horario.
- Qi** = Caudal de infiltración.
- Qe** = Caudal por conexiones erradas.
- Qc** = Caudal concentrado en un punto de las redes.

➤ **Caudal por tramos en la red**

Para el cálculo del caudal en cada tramo de la red, se debe tomar el caudal máximo de contribución (ecuación 2), luego dividirla por el tamaño total de la red, obteniendo el caudal unitario (Qu), en L/ (s.km) de red:

$$Qu = \frac{Qmh}{L} \dots \dots \dots (4)$$

Dónde:

L = tamaño de la red.

Para el cálculo de la contribución de desagües en un tramo, basta multiplicar el tamaño de la red aguas arriba, incluyendo el tramo en cálculo, por el caudal unitario y por la tasa de infiltración (Qi), sumando a continuación los caudales concentrados que han sido descargados en la red:

$$Q = (Qu + Ti)Lm + Qc \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

Lm = tamaño de la red aguas arriba, que incluye el tramo en cálculo.

3.2.5. Diseño del sistema de alcantarillado

El manual (*Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, 2005*) menciona lo siguiente referido al diseño de un sistema de alcantarillado.

El diseño de un sistema de alcantarillado por gravedad se realiza considerando que, durante su funcionamiento, se debe cumplir la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos

de desecho) en los colectores. La eliminación continua de sedimentos es costosa y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento. En el caso de flujo en canales abiertos la condición de autolimpieza está determinada por la pendiente del conducto. Para tuberías de alcantarillado, la pendiente mínima puede ser calculada utilizando el criterio de velocidad mínima o el criterio de tensión tractiva.

Los criterios de diseño empleados en los sistemas de alcantarillado estudiados anteriormente son similares, a continuación, se explica cada uno de ellos.

Según el manual (*Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, 2005*) las condiciones a tener en cuenta para el diseño de un sistema son los siguientes:

3.2.5.1. Fórmulas para el diseño

Considerando que el flujo en las tuberías de alcantarillado será uniforme y permanente, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto, para los cálculos hidráulicos se pueden emplear las siguientes ecuaciones:

➤ **Fórmula de Manning**

Tiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s).

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional).

R = Radio hidráulico (m).

S = Pendiente (m/m).

Para tuberías con sección llena:

$$\text{Velocidad: } V = \frac{0.397}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$

Continuidad: $Q = V A$

$$\text{Caudal } Q = \frac{0.312}{n} D^{8/3} S^{1/2}$$

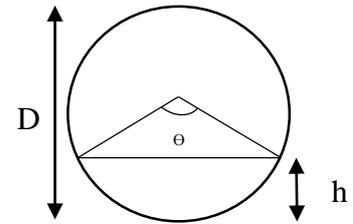
Para tuberías con sección parcialmente llena:

El grado central θ en grado sexagesimal:

$$\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$$

Radio hidráulico

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2\pi \theta} \right)$$



Velocidad

$$V = \frac{0.397 D^{2/3}}{n} \left(1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2\pi \theta} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

Caudal

$$Q = \frac{D^{8/3}}{7257.15 n ((2\pi \theta)^{2/3})} (2\pi \theta - 360 \operatorname{sen} \theta)^{5/3} S^{1/2}$$

Analizando la ecuación de Manning se observa que la influencia del radio hidráulico sobre el caudal, al comparar tuberías de diámetros muy próximos y de características relativamente homogéneas, no es significativa. Este aspecto adquiere mayor importancia en las tuberías de diámetro reducido, de modo que en ellas la influencia del radio hidráulico puede no considerarse.

En base a este análisis Macedo (1987), determinó la ecuación de velocidad de flujo solo en función del caudal y la pendiente, la cual arroja resultados que tiene una desviación del 5% con respecto a los que se obtienen con la ecuación de Manning. Esta simplificación es solo aplicable para el diseño de redes de alcantarillado simplificadas (RAS), ramales condominiales y redes de aguas sedimentadas.

$$V = 2.81 Q^{1/4} S^{3/8}$$

Donde:

Q = Caudal en la sección (L/s).

V = Velocidad de flujo (m/s).

S = Pendiente del colector (m/m).

3.2.5.2. Coeficiente de rugosidad

Para el diseño de alcantarillas nuevas y en la comprobación de la capacidad de alcantarillas existentes bien construidas, se recomienda emplear un coeficiente de rugosidad de Manning y Kutter-Ganguillet (n) de 0,013. Deberán utilizarse valores superiores de (n) en alcantarillas ya construidas, en las cuales se realice alguna de las siguientes observaciones: desgaste considerable, desviaciones en las alineaciones y pendientes, variaciones de las dimensiones interiores, existencia de sedimentos y construcción de baja calidad.

El valor de (n) de 0,013, se deberá emplear incluso con tuberías de materiales relativamente lisos como PVC o arcilla vitrificada, la resistencia al flujo de una tubería no depende principalmente de su tipo de material, más bien de un conjunto de factores tales como: la capa de película biológica que se desarrolla en las paredes de las tuberías, el número de conexiones domiciliarias, pozos de registro y otras instalaciones complementarias que perturban el flujo permaneciendo invariables, independientemente del material del conducto.

Por tanto, teniendo en cuenta el grado de incertidumbre inherente al proyecto y construcción de alcantarillas, el valor de (n) a adoptar para el diseño de todos los sistemas de alcantarillado no debe de ser inferior de 0,013.

3.2.5.3. Flujo mínimo en las redes

Los cálculos de diseño de alcantarillas convencionales asumen condiciones de estado constante. En la práctica los flujos en los tramos iniciales de las redes de alcantarillado son muy variables, dependiendo en cualquier momento, de la cantidad de ramales que descargan y los sanitarios que son evacuados.

De lejos, los flujos máximos ocurren ante la descarga de los inodoros sanitarios, los cuales se extienden como ondas a través de las redes, siendo amortiguados por la fricción en las paredes internas de los colectores y por su paso por las cámaras de inspección, a mayor recorrido por las redes el amortiguamiento es mayor.

Es recomendable emplear un “flujo mínimo” en el diseño de alcantarillas, especialmente en las que se encuentran en los tramos iniciales de la red o donde no se disponga información para los cálculos.

El flujo pico mínimo aplicado en el diseño de alcantarillas, representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario.

De acuerdo a la experiencia brasileña el flujo pico mínimo se fija en 1,5 l/s, aunque originalmente se empleaba un valor de 2,2 l/s.

3.2.5.4. Criterio de velocidad

El diseño de redes de alcantarillado se debe realizar en función de un caudal inicial (Q_i), que es el caudal máximo al inicio del proyecto, y un caudal final (Q_f), que es el caudal máximo al final del periodo de diseño. A " Q_i " le corresponde la velocidad promedio mínima del flujo (V_i) y a " Q_f " la velocidad promedio máxima (V_f). El cálculo de la velocidad mínima (V_i), es para evitar la deposición excesiva de materiales sólidos, y la de la velocidad máxima (V_f), es para evitar que ocurra la acción abrasiva de las partículas sólidas transportadas por las aguas residuales.

a) Velocidad mínima permisible

La determinación de la velocidad mínima del flujo reviste fundamental importancia, pues permite verificar la autolimpieza de las alcantarillas en las horas, cuando el caudal de aguas residuales es mínimo y el potencial de deposición de sólidos en la red es máximo. A su vez, la velocidad mínima de autolimpieza es fundamental para conducir a la minimización de las pendientes de las redes colectoras, principalmente en áreas planas, haciendo posible economizar la excavación y reducir los costos.

La práctica normal es proyectar el alcantarillado con una pendiente que asegure una velocidad mínima de 0,60 m/s, cuando el flujo de diseño se produce a sección llena (75% del diámetro de la tubería) o semillena (50% del diámetro de la tubería). En el primer caso cuando el tirante sea menor al máximo (75% D), las velocidades serán menores de 0,6 m/s. En el segundo caso, cuando el tirante es menor a la mitad del diámetro de la tubería, la velocidad será menor de 0,60 m/s, mientras que, para tirantes mayores a la mitad del diámetro, la velocidad estará ligeramente superior de 0,60 m/s.

En las redes de alcantarillado de pequeño diámetro, no es necesario mantener una velocidad mínima de autolimpieza, ya que estas se diseñan para recolectar

solamente la fase líquida del agua residual. Sin embargo, las velocidades a lo largo de las tuberías deben ser mayores que la velocidad mínima requerida para transportar mezclas de aire o gases con líquidos en tuberías descendientes después de las curvas:

$$V \geq 1.36\sqrt{9.8 D \text{ sen}\phi}$$

Donde:

V = Velocidad en la red (m/s)

D = Diámetro de la tubería.

ϕ = Angulo de inflexión de la red.

b) Determinación de la velocidad máxima

Como se mencionó anteriormente, la acción erosiva sobre la tubería es el factor más importante a efecto de la determinación de la velocidad máxima de las aguas residuales.

Considerando los valores máximos de velocidad hay dos condiciones que observar

- De los resultados de una amplia investigación hecha en Holanda se desprende que una velocidad de flujo entre 4,0 y 5,0 m/s causa menos erosión que las velocidades entre 2,5 y 4,0 m/s.
- Se debe evitar la mezcla de aguas residuales y aire, limitando velocidades más de 5 m/s.

Por tanto, es recomendable calcular la máxima pendiente admisible para una velocidad final $V_f = 5$ m/s.

Por otro lado, cuando la velocidad final (V_f) sea superior a la velocidad crítica (V_c), la altura máxima de lámina líquida admisible debe ser 0,5 del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por:

$$V_c = 6\sqrt{gR}$$

Donde:

V_c = Velocidad crítica (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

R = Radio hidráulico (m)

3.2.5.5. Tirante de agua

El alcantarillado convencional usualmente se calcula para transportar el caudal de diseño, con una altura de flujo del 75% del diámetro de la tubería, no permitiéndose en ningún momento que la alcantarilla trabaje a presión. Este criterio de diseño no especifica un valor de nivel de agua mínimo en la alcantarilla. Una publicación brasileña (1985), indica que existen dos razones por el cual los sistemas convencionales eran diseñados sin considerar este criterio: a) Falta de estudios que sustente la adopción de un valor límite mínimo y b) Convencimiento de los diseñadores que no era necesario, en vista de la existencia de pruebas respecto a que las descargas frecuentes en la red, facilitan la resuspensión del material depositado cuando el agua discurre con tirantes mínimos.

Estudios más recientes recomiendan mantener el nivel de agua en las alcantarillas por encima del 20% del diámetro de la tubería (0,2 D). Con esta profundidad de flujo la velocidad será cerca del 56% de la velocidad con la sección total (75% D). Si la velocidad en un colector que va lleno es de 0,6 m/s, la velocidad con 0,2 D resultaría en 0,34 m/s.

Para tener una velocidad de flujo de 0,45 m/s con 0,2 D, la velocidad en la sección total tiene que ser 0,80 m/s.

Los mismos estudios recomiendan fijar el nivel máximo de agua en la alcantarilla en el 80% del diámetro (0,8 D). Es fácilmente demostrable que con este nivel en un colector circular se alcanza la velocidad más alta. La parte vacía de la sección por encima de 0,8 D se emplea para ventilación, movimiento de los gases, sirviendo además para los flujos excepcionales.

Por tanto, el diseño de redes simplificadas y condominiales, recogiendo las recomendaciones de estos estudios considera mantener el nivel de agua en las alcantarillas en el siguiente rango:

$$0.2D < \frac{h}{D} < 0.8D$$

Donde:

h = Nivel de agua en la tubería.

D = Diámetro de la tubería.

3.2.5.6. Criterio de la tensión tractiva

Se considera que este método es el más práctico para calcular alcantarillas que tiene en cuenta la configuración y la sección mojada del conducto. Su aplicación permite el control de la erosión, la sedimentación y la producción de sulfuros, principalmente, en zonas de topografía plana, donde la aplicación del criterio de velocidad mínima arroja resultados menos ventajosos en términos de diámetro, pendiente y profundidad de tuberías.

Las normas de alcantarillado de países como Bolivia y Brasil incluyen este criterio para el diseño de colectores.

➤ Tensión tractiva

La tensión tractiva o fuerza de arrastre (τ), es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. Como se muestra en la figura 9, en la masa de aguas residuales de un tramo de colector de longitud L , con área de sección transversal A y perímetro mojado P , la tracción tractiva estará dada por el componente del peso (W) en dirección del flujo dividido por el área mojada:

$$\tau = \frac{W \operatorname{sen}\phi}{PL}$$

Donde:

τ = Tensión tractiva (N/m², Pa)

P = Perímetro mojado (m)

L = Longitud (m)

W = Peso (Newton)

El peso (W) está dado por:

$$W = \rho gAL$$

Donde:

ρ = Densidad de aguas residuales (kg/m³)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

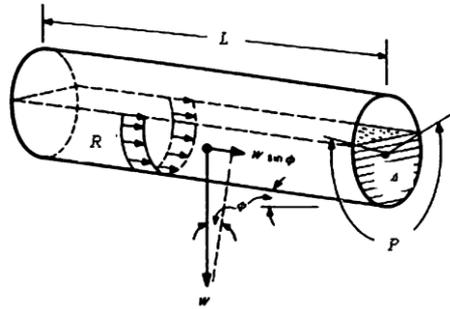


Figura 9. Definición de parámetros para tensión tractiva en un colector circular. Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

Si se considera que A/P es el radio hidráulico, R:

$$\tau = \rho g R \text{sen}\theta$$

Cuando θ es pequeño, $\text{sen}\theta = \tan\theta$, y como la $\tan\theta$ es la gradiente del colector, S (m/m), la ecuación de tensión tractiva puede ser escrita de la siguiente forma:

$$\tau = \rho g RS$$

La pendiente del colector será calculada con el criterio de la tensión tractiva, según la ecuación anterior.

Pendiente para tuberías con sección llena:

$$s = \frac{\tau}{\rho g \frac{D}{4}}$$

Pendiente para tuberías parcialmente llenas:

$$S = \frac{\tau}{\rho g \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{sen}\theta}{2\pi\theta}\right)}$$

➤ Tensión tractiva mínima

La tensión tractiva mínima para los sistemas de alcantarillado deberá tener como valor mínimo:

$$\tau \text{ min} = 1 \text{ Pa}$$

En los tramos iniciales de los colectores (arranque), en los cuales se presentan bajos caudales promedio tanto al inicio como al fin del periodo de diseño, se recomienda calcular la pendiente con una tensión tractiva de 1 Pa, y posteriormente, su verificación con caudales de aporte reales, no deberá ser menor a 0,6 Pa.

Mara (2000), indica que cuando existen dudas sobre la calidad de la construcción, debido a la calidad de los materiales de construcción, podría ser apropiado un valor mínimo de tensión tractiva de 1.5 Pa.

3.2.5.7. Pendientes de alcantarillas

➤ **Pendiente mínima**

El diseño usual del alcantarillado convencional considera que la pendiente mínima que tendrá una alcantarilla, viene dada por la inclinación de la tubería con la cual se lograra mantener la velocidad mínima de 0,6 m/s, transportando el caudal máximo con un nivel de agua del 75% (0,75 D) del diámetro.

De no conseguirse condiciones de flujo favorables debido al pequeño caudal evacuado, en los tramos iniciales de cada colector (primeros 300 m) se deberá mantener una pendiente mínima del 0,8%.

La pendiente mínima de las redes simplificadas y condominiales, deberá calcularse para una tensión tractiva media mínima de $\tau_t=1 \text{ Pa}$. y para un coeficiente de Manning de 0,013, la relación aproximada que satisface esta condición, de acuerdo a la norma brasileña de alcantarillado, es la siguiente:

$$S_{\min} = 0.0055 Q_i^{-0.47}$$

Donde:

S_{min} = pendiente en m/m.

Q_i = flujo máximo de diseño en l/s.

Si reemplazamos en la ecuación $Q_i = q_{\min} = 1,5 \text{ l/s}$, para obtener la pendiente mínima en los tramos iniciales de los colectores, se obtiene un valor de $4,55 \times 10^{-3} \text{ m/m}$ o 1/220, esta cifra podrá redondearse a 1/200 o 5 por mil.

Está pendiente es más ventajosa que la pendiente mínima recomendada en el diseño de redes convencionales (8 por mil), los costos de construcción se reducen debido a que demanda menores profundidades de instalación para las tuberías y a su vez menores costos de excavación, especialmente en zonas de topografía plana.

Para un coeficiente de Manning diferente de 0.013, los valores de tensión tractiva media o pendiente mínima a adoptar deben ser justificados.

➤ **Pendiente máxima admisible**

La pendiente máxima admisible será calculada para la velocidad máxima permisible.

3.2.5.8. Diámetro mínimo de alcantarillas

Los criterios de diseño de las redes convencionales especifican que el diámetro mínimo de las alcantarillas será 200 mm (8"), tanto en habilitaciones de uso de vivienda como de uso industrial.

Excepcionalmente y sólo en habilitaciones de uso de vivienda, podrá utilizarse alcantarillas de 150 mm (6") de diámetro; siempre y cuando su necesidad se sustente en mejores condiciones hidráulicas de funcionamiento o por su ubicación en zonas accidentadas con calles angostas, pero de fuertes pendientes.

El diámetro mínimo a emplear en las redes condominiales será 100 mm, de las experiencias de Brasil y Bolivia no se ha reportado problemas mayores usando tuberías de este diámetro.

3.2.6. Evaluación social

A diferencia de la evaluación privada de un proyecto, en la cual el objetivo es determinar la rentabilidad para el inversionista, en la evaluación social interesa calcular la rentabilidad de un PIP para la sociedad en su conjunto, lo que se logra comparando los beneficios sociales y los costos sociales atribuibles al proyecto. *(Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil, incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático, 2015)*

La evaluación social es el procedimiento que se utiliza para medir la contribución neta del proyecto al bienestar de la sociedad. Se puede realizar aplicando dos metodologías: (i) costo-beneficio o (ii) costo-eficacia. Para el caso de agua potable se utiliza el costo-beneficio dado que se pueden estimar los beneficios; en cambio, para los proyectos de alcantarillado sanitario, dada la dificultad para estimar los beneficios sociales, mediante una cuantificación monetaria, por lo general, se utiliza el método de costo-eficacia. (*Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil, incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático, 2015*)

3.2.6.1. Beneficios sociales

(*Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil, incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático, 2015*), menciona lo siguiente:

El beneficio social se refiere al valor que representa para la población usuaria el acceso al bien o al servicio que ofrece el PIP, que contribuirá con su bienestar.

Los beneficios sociales de un proyecto de AP y AS pueden ser: directos, indirectos y, por externalidades positivas.

Los beneficios se determinan a partir del objetivo central y los fines del proyecto definidos en el Módulo de Identificación. Se debe asegurar que exista una adecuada consistencia entre los beneficios, el objetivo y los fines del proyecto.

➤ Tipos de beneficios sociales de un PIP

a) Beneficios directos.

Este tipo de beneficios se refieren al efecto inmediato que ejerce el acceso al bien o al servicio intervenido por el proyecto.

b) Beneficios indirectos.

Estos beneficios son los que se producen en otros mercados relacionados con el bien o el servicio que se provee.

c) Externalidades positivas.

Se generan sobre terceros quienes no están vinculados con el mercado del servicio, ni directa ni indirectamente.

3.2.6.2. Costos sociales

La (*Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil, incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático, 2015*), menciona lo siguiente:

A diferencia de la evaluación privada de un proyecto, donde interesa conocer todos los egresos monetarios en que se incurren directamente, expresados a precios de mercado, en la evaluación social se requiere conocer el valor que tienen para la sociedad dichos recursos teniendo en cuenta su costo de oportunidad.

➤ **Tipos de costos sociales de un PIP**

a) Costos directos

Son los que están asociados a los recursos que se utilizarán durante la ejecución del proyecto y durante la O&M del mismo.

b) Costos indirectos

Son los que pueden incurrir los usuarios y/o la UP como consecuencia de la ejecución del proyecto o de su O&M en mercados directamente relacionados con los servicios.

c) Externalidades

Son aquellos costos que se producen sobre terceros que no están vinculados con el mercado del servicio.

3.2.6.3. Indicadores de rentabilidad social y su estimación

La (*Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil, incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático, 2015*), menciona lo siguiente:

La *rentabilidad social* es el valor que los proyectos aportan a la sociedad como beneficios a adquirir una vez se ejecuten y se pongan en marcha. Esta rentabilidad puede ser positiva independientemente de si la rentabilidad económica del proyecto lo es o no.

Para la evaluación social de las inversiones en AP se aplica la metodología costo-beneficio y para las inversiones en AS la metodología costo eficacia.

➤ **Metodología de evaluación costo-eficacia**

Esta metodología se aplica cuando no es posible cuantificar los beneficios de las alternativas y/o del proyecto.

Para calcular este indicador se aplica la siguiente fórmula:

$$CE = \frac{VACS}{\sum IE}$$

Donde:

CE = Costo eficacia. Se expresa en unidades monetarias por habitante.

VACS = Valor actual de costos sociales incrementales.

$\sum IE$ = Indicador de eficacia. Para el proyecto de AS se aplica la sumatoria del número de habitantes servidos durante los años de la post inversión en la situación «con proyecto»

El VACS se obtiene a partir del flujo de costos sociales proyectados para el horizonte de evaluación, utilizando la tasa social de descuento vigente (TSD). En tanto que el indicador de eficacia se estima como la sumatoria de la población servida incremental que se tiene año a año durante la fase de post inversión. Esto con el propósito de obtener un ratio de costo por habitante /año.

3.3. Definición de términos básicos

Condominio

Se llama condominio a un conjunto de lotes pertenecientes a una o más manzanas.

Sistema condominial

Sistema de alcantarillado que considera el condominio como unidad de atención del servicio.

Ramal condominial

En sistemas de alcantarillado: es el colector ubicado en el frente del lote, que recibe las aguas residuales provenientes de un condominio y descarga en la tubería principal de alcantarillado. No se permitirán ramales por el fondo del lote.

Caja condominial

En los sistemas de alcantarillado: cámara de inspección ubicada en el trazo del ramal condominial, destinada a la inspección y mantenimiento del mismo. Puede ser parte de la conexión domiciliar de alcantarillado.

Tensión tractiva

Es el esfuerzo tangencial unitario al escurrimiento por gravedad en la tubería del alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado.

Evaluación social

Es el proceso que tiene como propósito determinar la conveniencia de realizar proyectos o iniciativas de inversión y operación bajo un determinado criterio de calificación.

Costo – Eficacia

Es una forma de análisis económico que compara los costos relativos con los resultados (efectos) de dos o más cursos de acción.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Lugar	: AA.HH. Pueblo Joven 16 de octubre.
Sector	: Parte baja del AA.HH. Pueblo Joven 16 de octubre.
Localidad	: Chachapoyas.
Distrito	: Chachapoyas.
Provincia	: Chachapoyas.
Región	: Amazonas.
País	: Perú.

Coordenadas **UTM WGS-84**. (Punto céntrico del ámbito de estudio)

Este	: 0183470.00 m.
Norte	: 9311901.00 m.
Altitud	: 2386.00 m.s.n.m.
Temperatura máxima promedio	: 19.8 °C.
Temperatura mínima promedio	: 9.2 °C.
Temperatura promedio	: 15 °C.
Humedad relativa anual promedio	: 85 %.
Precipitación promedio anual	: 778 mm.
Clima	: Templado - Frio.
Región natural	: Quechua alta.



Figura 10. Mapa político del Perú.

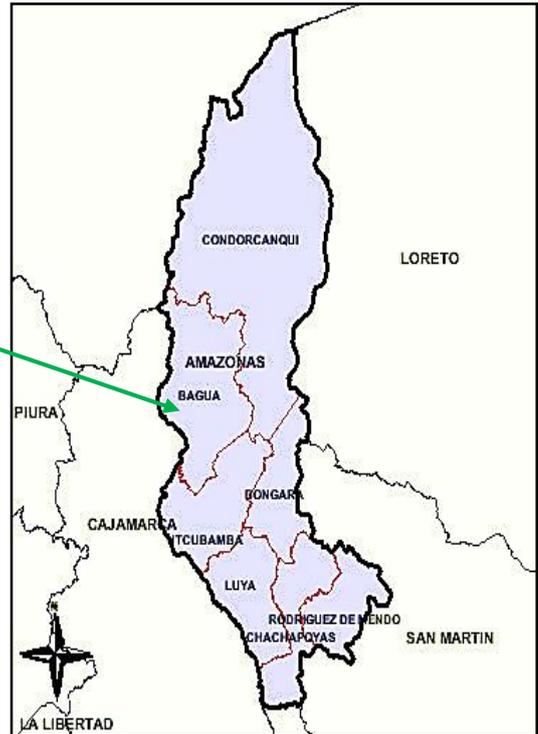


Figura 11. Mapa de la región Amazonas.



Figura 12. Mapa provincial de Amazonas

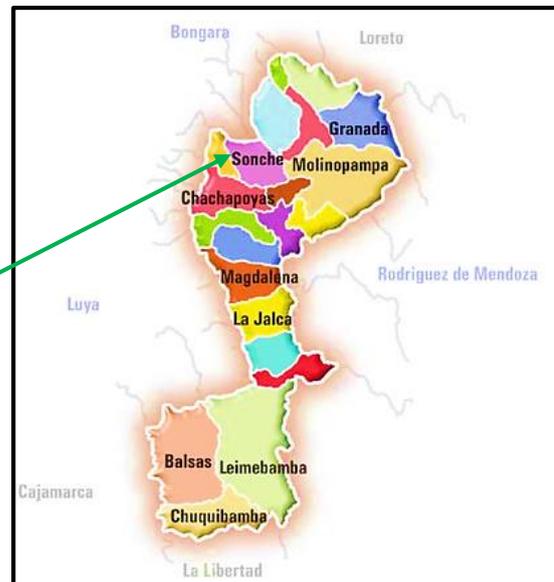


Figura 13. Mapa distritos de Chachapoyas.

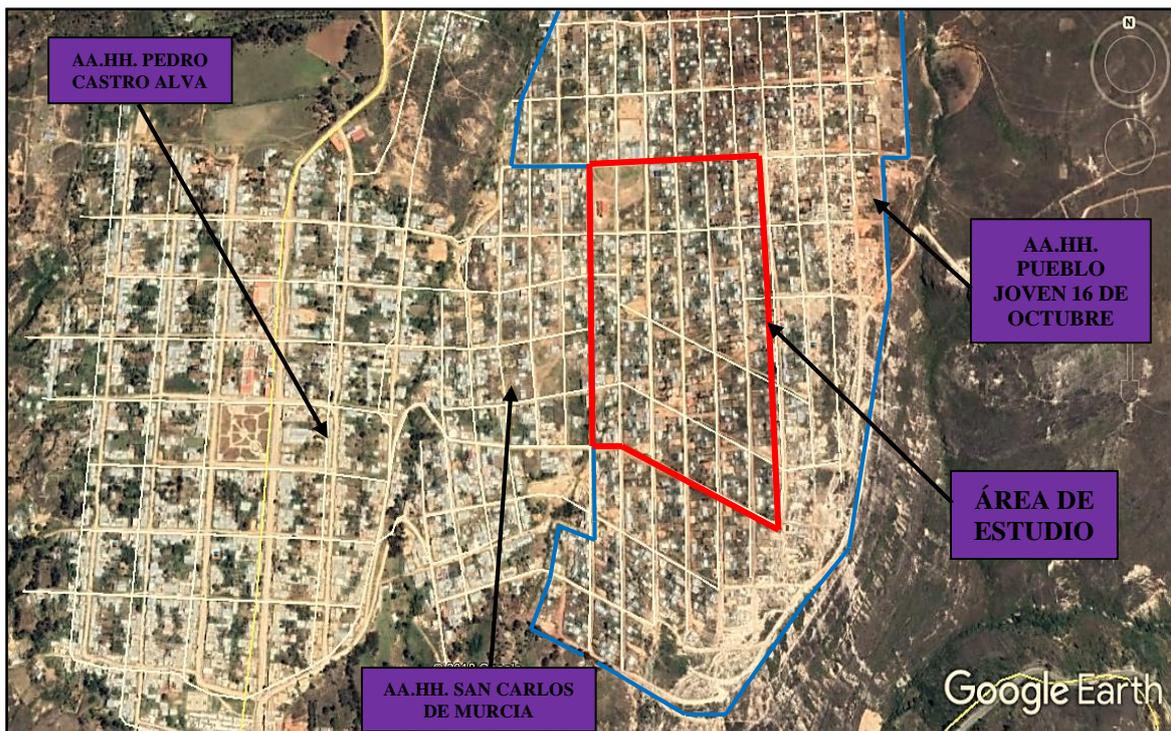


Figura 14. Imagen satelital del área de estudio. Google Earth Pro 2018.

Accesibilidad

El acceso al AA. HH Pueblo Joven 16 de Octubre es por la prolongación de Jr. Santa Lucia hasta llegar a la intersección con la calle San Salvador, luego continuamos por la Av. 11 de Octubre hasta la intersección con la calle Perú, continuamos por la calle Perú hasta la intersección con la calle Paraguay, seguimos por la calle Paraguay a una distancia aproximada de 560 m, ingresamos por un desvío a la derecha recorriendo una distancia aproximada de 420m y se llega al área destinada para el estudio (plaza del AA. HH Pueblo Joven 16 de Octubre).

4.2. Materiales, herramientas y/o equipos

Para llevar a cabo el desarrollo de este trabajo de investigación se requirió los siguientes materiales, herramientas y/o equipos.

4.2.1. En campo

4.2.1.1. Materiales

- Libreta topográfica.
- Lapiceros.
- Estacas de madera de 30cm.

4.2.1.2. Herramientas

- Comba pequeña de 4lb.
- Machete.
- Wincha manual de 3m.

4.2.1.3. Equipos

- Chalecos de tela.
- Estación total.
- Trípode de aluminio.
- Bastón y prisma para levantamiento topográfico.
- GPS.
- Teléfonos móviles.

4.2.2. En gabinete

4.2.2.1. Materiales

- Software SewerCAD.
- Software AutoCAD Civil 3D 2018 Metric.
- Software AutoCAD 2018 Metric.
- Software S10 Costos y Presupuestos 2005.
- Software Google Earth Pro 2018.
- Software H Canales

4.2.2.2. Equipos

- Laptops.
- Usb.
- Calculadora científica.

4.3. Diseño de la investigación

4.3.1. Tipo de investigación.

4.3.1.1 De acuerdo al fin que persigue: Aplicada

Fue aplicada por que con el diseño del alcantarillado sanitario para el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre, se logró dar solución a una realidad problemática.

4.3.1.2. De acuerdo a los tipos de datos analizados: Cuantitativa

Fue cuantitativa porque se conoció la realidad del ámbito de investigación a través de la recolección y análisis de datos a fin de probar la hipótesis.

4.3.1.3. De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis: No experimental – Transversal.

La investigación fue no experimental porque no existió la necesidad de probar relación alguna entre las variables.

Así mismo cabe mencionar que fue transversal porque el desarrollo del proyecto se realizó en un momento determinado de tiempo.

El trabajo de investigación se fundamenta en lograr el diseño más eficiente de la red de alcantarillado sanitario y su pertinente evaluación social.

4.3.2. Población y muestra

4.3.2.1. Población

La población considerada fueron todos los lotes que conforman el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre, ya que es el ámbito de enfoque donde se llevó a cabo el trabajo de investigación.

4.3.2.2. Tamaño de la muestra

Para seleccionar la muestra con la cual se trabajó, se definió como unidad del objeto de estudio en la investigación a los lotes ubicados en el área de mayor densidad poblacional.

4.3.2.3. Procedimiento de muestreo

El muestreo fue no Probabilístico – Por conveniencia

Se clasificó de esta manera al procedimiento de muestreo ya que en la investigación se seleccionó a los miembros de la muestra bajo nuestros criterios de interés, los mismos que estuvieron en función a las condiciones técnicas y demográficas del AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre.

El componente de la muestra que se necesitó conocer fue el número de habitantes promedio por cada lote.

4.4. Metodología y procedimiento

Para poder realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario del AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre y su apropiada evaluación social, fue ineludible conocer información básica del ámbito de estudio, para ello se consideró un procedimiento naturalmente sucesivo de actividades a realizar, teniendo como objetivo final la comprobación empírica de nuestro planteamiento. La secuencia de actividades fue la siguiente:

4.4.1. Reconocimiento del terreno

En todo proyecto de ingeniería es indispensable conocer insitu las características más resaltantes de acuerdo al interés que se persigue ya que, aunque existan proyectos o investigaciones similares, cada quien tendrá su propia peculiaridad.

Procedimiento: El reconocimiento del terreno se basó en una visita de campo al AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre, con la finalidad de realizar una identificación y cuantificación visual de las características más resaltantes y de interés para el desarrollo de nuestra investigación.

4.4.2. Levantamiento topográfico del área elegida como muestra

Para elaborar un proyecto de saneamiento es necesario realizar el levantamiento topográfico que nos permita determinar la ubicación de puntos estratégicos y necesarios en el terreno para su posterior representación en un plano.

Procedimiento: El desarrollo del trabajo de levantamiento topográfico inicio con la ubicación en campo de dos puntos fijos, el primer punto sirvió como dato de estación y el segundo sirvió como orientación (azimut), ambos puntos fueron tomados con un GPS. Con ello se procedió a realizar el levantamiento topográfico propiamente dicho donde se identificó las manzanas y lotes del AA. HH Pueblo Joven 16 de Octubre, esto mediante el reconocimiento visual, ya que los lotes estaban delimitados por cercos de alambre de púas lo cual nos dio una referencia de sus dimensiones, se tomaron puntos en los ejes de cada calle así como también en el interior de los lotes que no están construidos y en las veredas de las viviendas existentes todo esto con la finalidad de tener una superficie que nos muestre las cotas correspondientes de los elementos que componen el sistema de alcantarillado sanitario.

Ya con la información recopilada se procedió a realizar el trabajo en gabinete y con la ayuda del software AutoCAD Civil 3D Metric se crearon las curvas de nivel que definen la superficie del are de estudio.

4.4.3. Entrevistas para obtener datos del número de habitantes por lote.

Debido a que hasta la fecha no se cuenta con información confiable de la cantidad de habitantes en el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre fue necesario obtener estos datos mediante la aplicación de una entrevista para así poder calcular los datos que son indispensables para realizar el diseño.

Procedimiento: Se realizó visitas a cada una de las viviendas que constituyen la muestra de nuestra investigación para aplicar una entrevista conformada por preguntas concernientes a saber el número de integrantes que tiene cada

vivienda y así poder calcular los siguientes valores que son necesarios para realizar el diseño.

- Población actual, es la población existente en el momento de la elaboración de los diseños de ingeniería.
- Población al inicio del proyecto, es la población que va a existir en el área estudiada al inicio del funcionamiento de las redes.
- Población al fin del proyecto, es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto.

4.4.4. Diseño de la red convencional y condominial de alcantarillado sanitario

4.4.4.1. Datos Generales

Para realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario de los dos sistemas propuestos, se realizó el siguiente procedimiento:

- **Ubicación de las redes de alcantarillado sanitario**

En el plano de planta obtenido en la fase de levantamiento topográfico se trazó las calles, intersecciones de las mismas, veredas y alineamiento de las manzanas para poder definir la ubicación de la red colectora de los sistemas convencional y condominial de alcantarillado sanitario, se trabajó con el software AutoCAD Civil 3d Metric, para luego exportarlo al programa SewerCad en formato Dxf.

- **Dotación**

Se estableció la dotación per cápita de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 6
Dotación per cápita

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO	CON ARRASTRE HIDRÁULICO
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Fuente: Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua potable para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural.

➤ **Población actual**

Para la obtención de la población total se consideró los valores obtenidos con la aplicación de la entrevista realizada a los lotes habitados, y en el caso de los no habitados, según el Reglamento Nacional de Edificaciones se consideró una densidad poblacional de 6 Hab. /Lote.

➤ **Tasa de crecimiento**

Para el cálculo de la tasa de crecimiento se tomó como dato el resultado de últimos censos poblacionales realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), correspondientes a los años 1993 y 2007, se trabajó con la población distrital.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la tasa de crecimiento fueron las siguientes.

Tabla 7

Fórmulas para el cálculo de tasa de crecimiento

MÉTODO DE INTERÉS COMPUESTO	MÉTODO DE INTERÉS SIMPLE	MÉTODO GEOMÉTRICO
$r = \sqrt[T_F - T_0]{\frac{P}{P_0}} - 1$	$K = \frac{P_F - P_0}{P_0(T_F - T_0)}$	$r = \sqrt[T_F - T_0]{\frac{P}{P_0}}$

➤ **Población futura**

Para la estimación de la población futura se consideró un periodo de diseño de 20 años, para el cálculo de la población futura de utilizo las siguientes formulas, cabe mencionar que la estimación de la población futura fue con la tasa de crecimiento de mayor valor.

Tabla 8

Fórmulas para cálculo de población futura

MÉTODO DE INTERÉS COMPUESTO	MÉTODO DE INTERÉS SIMPLE	MÉTODO GEOMÉTRICO
$P = P_0(1 + r)^{T_F - T_0}$	$P = P_0(1 + K(T_F - T_0))$	$P = P_0(r)^{T_F - T_0}$

➤ **Caudal de diseño**

Una vez obtenido todos los datos de población para el diseño se utilizó la fórmula de caudal medio establecido por el Ministerio de Vivienda construcción y saneamiento y su variación de consumo máximo horario, obteniendo así nuestro caudal de diseño final para el área de estudio.

➤ **Caudal de infiltración**

Para el caudal de infiltración se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q_i = C \times L$$

Donde:

Q_i = Caudal de infiltración.

C = Coeficiente de escorrentía.

L = Longitud de tubería (red colectora y emisor)

Donde se consideró un coeficiente de escorrentía de 0.5 según tabla 5.

➤ **Caudal de conexiones erradas**

Se consideró un aporte para conexiones erradas del 10% del Caudal medio horario, según recomendación del Reglamento Nacional de Edificaciones.

➤ **Coeficiente de Manning**

Se consideró un valor de 0.013, para tubería de PVC, por recomendación de la norma OS. 070 REDES DE AGUAS RESIDUALES del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.4.4.2. Diseño de los sistemas

Se realizó la importación de redes matrices, emisor, lotes y superficie al programa SerwerCad Connect Edition, preparando antes una plantilla con los datos de diseño como es la velocidad mínima (0.60 m/s), velocidad máxima

(5.0 m/s), tensión tractiva (1 Pa), recubrimiento mínimo (1.00 m), pendiente mínima (10/1000) y máxima, capacidad admisible de la tubería (75%), diámetros comerciales de diseño.

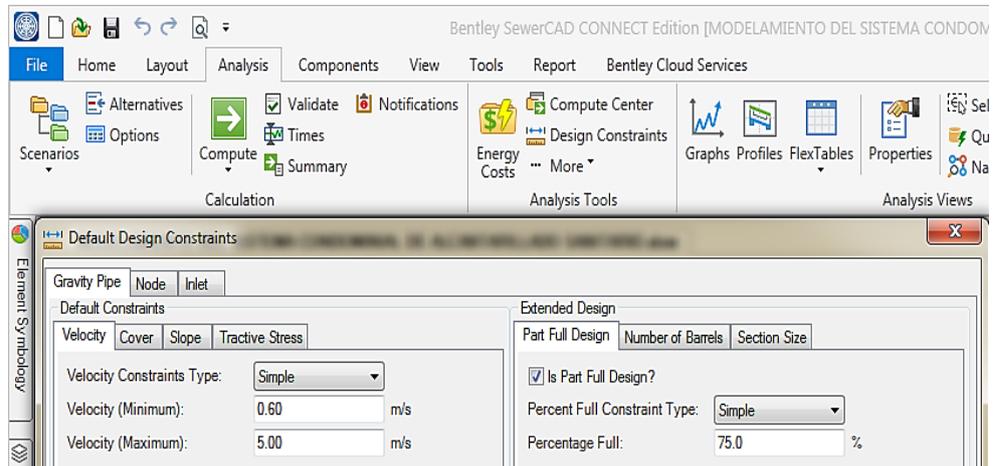


Figura 15. Parámetros técnicos de diseño. Software: SewerCad Connect Edition

	Label	Available for Design	Inside Diameter (mm)	Manning's n	Kutter's n	Darcy-Weisbach e (m)	Hazen-Williams C	Wall Thickness (cm)	Minimum Bend Radius (m)	Jo Deficit (deg)
1	160 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	153.6	0.013	0.010	0.0001	150.0	0.0	0.00	
2	200 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	192.2	0.013	0.010	0.0001	150.0	0.0	0.00	
3	250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	240.2	0.013	0.010	0.0001	150.0	0.0	0.00	
4	315 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	302.6	0.013	0.010	0.0001	150.0	0.0	0.00	
5	355 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	341.0	0.013	0.010	0.0001	150.0	0.0	0.00	
6	400 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	384.2	0.013	0.010	0.0001	150.0	0.0	0.00	
7	450 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	432.4	0.013	0.010	0.0001	150.0	0.0	0.00	
8	500 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	480.4	0.013	0.010	0.0001	150.0	0.0	0.00	
9	630 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	605.4	0.013	0.010	0.0001	150.0	0.0	0.00	
*		<input type="checkbox"/>								

Figura 16. Diámetros comerciales de diseño. Software: SewerCad Connect Edition

Consecuentemente se empezó a realizar la asignación de caudales por cada tramo de tubería correspondiente a cada lote en su correspondiente buzón aguas abajo.

	ID	Label	Load Definition	Pattern	Base Flow (L/s)	Unit Sanitary Load	Loading Unit Count
1	37	BZ-2	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.230
2	40	BZ-4	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.240
3	42	BZ-5	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	1.500
4	45	BZ-7	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.190
5	49	BZ-10	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.150
6	52	BZ-12	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.150
7	55	BZ-14	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.230
8	58	BZ-16	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.240
9	61	BZ-18	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.150
10	64	BZ-20	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	1.500
11	67	BZ-22	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	1.500
12	70	BZ-24	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.310
13	73	BZ-26	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.260
14	76	BZ-28	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.170
15	79	BZ-30	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	1.500
16	82	BZ-32	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.140
17	85	BZ-34	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.250
18	88	BZ-36	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	1.500
19	91	BZ-38	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.180
20	94	BZ-40	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0000	Caudal Base	0.070

Figura 17. Caudales de diseño. Software: SewerCad Connect Edition

En los buzones de los tramos de arranque se le asignó caudales de 1.50 lts/s según Reglamento Nacional de Edificaciones, finalizado esto se empezó con el modelamiento hidráulico de la red obteniendo sus propiedades hidráulicas, verificando que cumplan con las condiciones que habíamos colocado según reglamento.

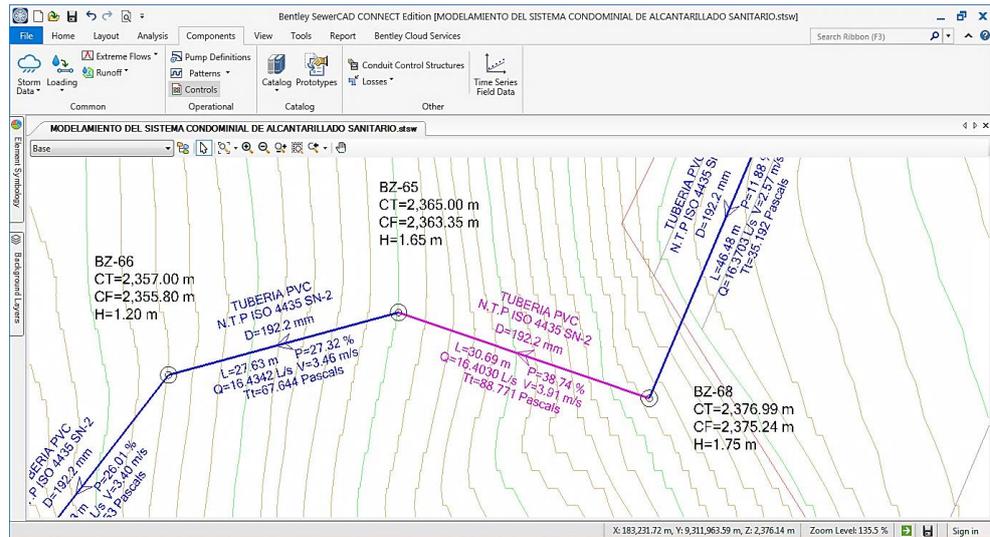


Figura 18. Características hidráulicas. SewerCad Connect Edition

En los tramos que no cumplía se modificó alturas de buzones las veces necesarias hasta que cumplan con los parámetros de diseño y el sistema pueda funcionar correctamente.

4.4.5. Comparación técnica – económico de la red de alcantarillado convencional y condominial

Para el desarrollo de cualquier proyecto de ingeniería es crucial realizar los análisis necesarios con el fin de tomar decisiones apropiadas que orienten al desarrollo más óptimo de los mismos.

Es por ello que en esta investigación se realizó comparaciones entre los dos diseños logrados para el sistema de alcantarillado sanitario del AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre, cada uno de estos diseños aportan elementos que pueden favorecer a la ejecución de los mismos, pero se debe investigar, calcular, interpretar y estudiar a fondo cada uno de estos factores con el fin de conseguir el mayor beneficio en cuanto a costo, ejecución y durabilidad.

Procedimiento: Una vez realizado los modelamientos hidráulicos de los sistemas con los parámetros técnicos óptimos se procedió a exportar dichos resultados al AutoCAD Civil 3d metric 2018 para realizar sus respectivos perfiles y así obtener los planos definitivos para sus respectivos metrados.

La comparación se ejecutó en función de los siguientes factores:

➤ *Comparación técnica de las ventajas y desventajas.*

Para ello se asignarán valores de puntuación a cada ítem de comparación teniendo como sustento los parámetros de diseño, condiciones topográficas, demográficas y aspecto social del AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre.

➤ *Comparación económica de los costos de implementación para cada sistema.*

Previamente se hizo uso del programa S10 Costos y Presupuestos para generar las partidas y los recursos correspondientes para cada sistema y así poder compararan los presupuestos de obra.

4.4.6. Selección del sistema de alcantarillado sanitario.

En función a lo establecido y los resultados de los ítems 4.4.4 y 4.4.5 se seleccionó la red de alcantarillado sanitario más eficiente desde el punto de vista económico y técnico.

4.4.7. Evaluación social del sistema elegido.

Como acción final y complementaria se realizó la evaluación social de la red de alcantarillado sanitario elegida como la más adecuada para el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre.

Procedimiento: Para poder determinar si el proyecto es viable en el marco de la normatividad del SNIP, la evaluación económica se realizará con el criterio Costo – Eficacia, siguiendo las siguientes actividades.

- i. *Se determinarán los beneficios sociales, a partir del objetivo central de la investigación.*

En este caso se identificarán de manera cualitativa en una tabla.

ii. *Estimación del indicador de rentabilidad Costo-eficacia.*

Para calcular este indicador se utilizará la fórmula siguiente:

$$CE = \frac{VACS}{\sum IE}$$

Donde:

CE = Costo eficacia. Se expresa en unidades monetarias por habitante.

VACS = Valor actual de costos a precios sociales, para nuestro caso se calcula con una tasa de descuento de **9%** y un factor de corrección de **0.772** que recomienda el anexo SNIP 10 (Parámetros de evaluación) **DGPI** del **MEF**.

$\sum IE$ = Indicador de eficacia, para nuestro proyecto de alcantarillado sanitario se calculará el promedio de la sumatoria del número de habitantes servidos durante los años de la post inversión en la situación «con proyecto»

Tabla 9

Factores de conversión a precios sociales a nivel de componentes de inversión - saneamiento rural

Componente	Factor de corrección
Planta de Tratamiento de agua potable	0.797
Línea de agua potable	0.802
Obras civiles estructuras	0.759
Equipamiento e instalaciones hidráulicas	0.838
Líneas de alcantarillado	0.772
Planta de Tratamiento de desagüe	0.785

Fuente: Anexo SNIP 10 (Parámetros de evaluación) DGPI del MEF.

iii. *Comparación del indicador de rentabilidad costo-eficiencia, con la línea de corte.*

Esta comparación se efectuará con la finalidad de determinar si el proyecto es aceptable o no desde la perspectiva del **SNIP** que pone como condición lo siguiente:

- Si **ICE** del proyecto < **ICE** de línea de corte => se acepta el proyecto
- Si **ICE** del proyecto > **ICE** de línea de corte => se rechaza el proyecto

Se comparará el resultado obtenido en el ítem anterior con el costo per cápita para proyectos de saneamiento establecido en el anexo SNIP 09 (Parámetros y Normas Técnicas para Formulación) publicado en la página web de la **DGPI** del **MEF**. Parámetros y Normas Técnicas para Formulación.

Tabla 10
Costos per cápita en área urbana

Componente	Costo per cápita (US\$/Hab.)
Ampliación del servicio de agua potable (costo total).	297
Ampliación de redes y conexiones de agua potable, sin incluir obras primarias.	183
Ampliación del servicio de alcantarillado (costo total).	282
Ampliación de redes y conexiones de alcantarillado, sin incluir obras primarias.	224
Ampliación tratamiento de aguas servidas.	109
Rehabilitación sistema agua potable	38
Rehabilitación sistema alcantarillado	15
Costo de pileta	50
Rehabilitación de los servicios de tratamiento de aguas servidas	17
Costo promedio por medidor instalado (Incluye caja y accesorios)	75

Fuente: Anexo 09 (Parámetros y Normas Técnicas para Formulación) DGPI del MEF

4.5. Análisis de datos

Luego de llevar a cabo la etapa de recolección de datos con la técnica e instrumento acorde con el objetivo de nuestra investigación podemos cuantificar dicha información de manera tal que esta se pueda visualizar de un modo más sistemático y resumido, mediante el uso de tablas y gráficos de resumen compuestos con los valores más representativos y de interés en la investigación,

Lotes que cuentan con viviendas construidas y lotes aun sin construir.

En la tabla número 11, mostramos la cantidad de lotes que ya cuentan con viviendas construidas y de uso permanente, así como también aquellos lotes que se encuentran sin construir.

Tabla 11*Lotés construidos y no construidos en el 2016 en el área de estudio*

MANZANA	Nº DE LOTES POR MZ	LOTES CONSTRUIDOS	LOTES SIN CONSTRUIR
MZ-A	1.00	1	0
MZ-B	20.00	19	1
MZ-C	20.00	16	4
MZ-D	20.00	19	1
MZ-E	20.00	15	5
MZ-F	12.00	12	0
MZ-G	20.00	14	6
MZ-H	26.00	22	4
MZ-I	14.00	11	3
MZ-J	10.00	5	5
MZ-K	20.00	13	7
MZ-L	18.00	12	6
MZ-M	24.00	18	6
MZ-N	20.00	13	7
MZ-O	31.00	31	0
MZ-P	16.00	15	1
MZ-Q	18.00	13	5
MZ-R	18.00	13	5
MZ-S	18.00	14	4
MZ-T	18.00	14	4
MZ-U	14.00	13	1
MZ-V	12.00	10	2
MZ-W	12.00	9	3
MZ-X	12.00	8	4
MZ-Y	12.00	9	3
MZ-Z	12.00	9	3

V. RESULTADOS

5.1. Reconocimiento del terreno

Con la ejecución de esta fase se obtuvo como resultado lo siguiente:



Figura 19. Área de estudio

Área de estudio

- Calles sin pavimentar.
- Calles no alineadas.
- Lotes sin construir.
- Relieve de lotes ondulados.
- Cotas de veredas no definidas.

Emisor

- Pendiente accidentada.
- Presencia de cobertura vegetal.

5.2. Levantamiento topográfico del área elegida como muestra

El cumplimiento de esta fase fue de vital importancia para el progreso de la investigación, para el levantamiento topográfico se utilizó una estación total de marca Topcon de la serie ES 105 con una precisión de 5", así mismo se trabajó con coordenadas UTM en el sistema WGS-84 para tener una referencia precisa

durante el levantamiento topográfico con detalles que faciliten la determinación del volumen en movimiento de tierras, ubicación de los componentes del sistema de alcantarillado y de las distancias de la red colectora y emisora de los sistemas de alcantarillado sanitario.

Del trabajo de levantamiento topográfico se obtuvo como resultado lo siguiente:

- El levantamiento en campo de 1539 puntos, para representar las siguientes particularidades.

Tabla 12
Puntos levantados en campo

COMPONENTE	N° Puntos
Vértices de las manzanas consideradas	125
Límite de lotes	634
Límite de las áreas verdes	30
Intersección de calles	41
Puntos de relleno para crear la superficie como, veredas, cambios de pendiente, elevaciones, depresiones y otras referencias de interés.	709
Total de puntos levantados	1539

- Creación de la superficie para el área de estudio, con los puntos obtenidos en campo se inició el trabajo de procesamiento en gabinete y con la ayuda del programa Civil 3D se pudo construir la superficie conformada por curvas de nivel cada 1m, tomando en cuenta lo expreso para levantamiento topográfico en la norma “OS.070 REDES DE AGUAS RESIDUALES”, del reglamento nacional de edificaciones. Cabe mencionar que durante el proceso de levantamiento topográfico se dejó en campo 7 BMs con la finalidad de un posterior replanteo. Se puede visualizar en los anexos los resultados obtenidos en campo.

5.3. Recolección de datos.

Como resultado de aplicar la ficha de recolección de datos durante las entrevistas en el área de estudio, se tiene un total de 1833 personas distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 13
Resultados de la recolección de datos de entrevista

RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO DE POBLACIÓN ACTUAL																																									
N° DE MANZANA	UBICACIÓN DEL LOTE		USO	N° DE LOTES	NÚMERO DE PERSONAS POR LOTE																															SUB TOTAL	Densidad poblacional*	TOTAL			
	ESTE	NORTE			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
MZA-A	183566.720	9312535.990	■	1.00																																	50	50	0	50	
MZA-B	183634.107	9312508.231	■	20.00	4	3	5	4	3	4	5	4	4	4	3	3	4	0	4	4	4	3	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	6	78
MZA-C	183678.730	9312489.601	■	20.00	2	3	0	0	3	3	4	4	4	4	3	2	3	3	3	3	0	0	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	24	77
MZA-D	183722.702	9312471.243	■	20.00	4	3	3	2	5	3	4	3	4	5	0	4	4	4	2	3	4	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	6	72
MZA-E	183766.326	9312453.030	■	20.00	5	4	4	4	3	0	0	0	3	4	4	4	3	0	4	3	2	3	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	30	84
MZA-F	183510.501	9312468.708	■	12.00	4	3	4	5	4	3	4	3	4	3	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	0	46	
MZA-G	183545.338	9312428.439	■	20.00	0	0	3	4	4	4	3	0	3	4	3	0	3	4	3	4	5	0	0	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	36	87	
MZA-H	183591.739	9312409.066	■	26.00	4	4	5	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	0	4	4	0	0	4	0	4	0	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	86	24	110	
MZA-I	183645.860	9312408.674	■	14.00	3	3	0	0	0	4	5	3	4	4	3	4	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	18	58	
MZA-J	183690.356	9312390.552	■	10.00	0	0	3	0	3	4	4	0	0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	30	47		
MZA-K	183727.692	9312352.702	■	20.00	4	0	0	3	4	2	3	3	4	0	4	0	3	0	3	0	0	4	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	42	85	
MZA-L	183612.983	9312331.907	■	18.00	3	4	3	0	3	4	0	3	4	3	4	3	0	0	4	0	4	0	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	36	78	
MZA-M	183655.446	9312304.486	■	24.00	6	2	3	4	0	0	0	3	3	4	4	3	0	3	0	4	3	4	4	3	0	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	36	100	
MZA-N	183688.291	9312253.670	■	20.00	4	5	3	3	3	0	0	0	0	0	4	3	4	3	0	0	4	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	42	84	
MZA-O	183463.432	9312359.539	■	31.00	4	3	5	4	4	5	4	5	3	5	4	3	4	4	3	4	5	3	3	3	4	4	4	5	5	4	4	3	4	4	-	122	0	122			
MZA-P	183497.955	9312317.609	■	16.00	3	4	5	3	3	3	4	4	4	0	3	4	4	3	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	6	60	
MZA-Q	183533.802	9312274.728	■	18.00	2	3	0	0	4	3	0	4	0	4	3	4	5	3	0	3	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	30	77	
MZA-R	183569.814	9312231.826	■	18.00	0	3	4	5	2	4	3	0	0	4	0	4	0	3	4	3	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	30	76	
MZA-S	183605.619	9312188.660	■	18.00	0	0	0	4	3	4	3	4	3	3	4	0	4	3	4	3	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	24	74	
MZA-T	183642.378	9312144.847	■	18.00	4	3	0	5	0	3	0	4	3	4	0	3	4	4	3	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	24	72	
MZA-U	183415.816	9312247.623	■	14.00	3	3	0	3	5	4	3	3	4	5	3	4	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	6	53	
MZA-V	183455.860	9312220.063	■	12.00	4	4	3	0	4	3	3	4	3	0	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	12	47	
MZA-W	183491.787	9312177.627	■	12.00	0	2	3	4	3	4	0	4	0	3	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	18	48	
MZA-X	183527.867	9312134.367	■	12.00	4	5	0	0	0	0	4	3	4	4	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	24	55	
MZA-Y	183563.795	9312091.233	■	12.00	2	3	3	3	0	3	4	0	4	3	0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	18	46	
MZA-Z	183600.333	9312047.318	■	12.00	3	3	3	0	0	4	3	3	4	0	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	18	47	
R E S U L T A D O S				438.00																																1293	540	1833			

Nota. La recolección de datos se realizó por el método de observación directa y entrevista personal a la población que se encontraba presente en el área de intervención de la investigación.

*En los casos que no se encontró población y/o lotes habitados se estableció según Reglamento Nacional de Edificaciones OS. 070 Redes de aguas residuales una densidad de 6hab/ lote.

5.4. Diseño de la red convencional y condominial de alcantarillado sanitario

5.4.1. Resultados paralelos para el diseño

Se presenta el crecimiento proyectado durante el transcurrir de los años de diseño. De dónde la población futura de diseño para el cálculo hidráulico requerido se representa en la siguiente tabla:

Tabla 14
Población futura de diseño

DATOS	Nº DE AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	POBLACIÓN FUTURA (2036)		
	AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036			
	POBLACIÓN ACTUAL	1833																							
MÉTODO GEOMÉTRICO COEFICIENTE	r	1.027	-	1882	1933	1985	2039	2094	2151	2209	2269	2330	2393	2458	2524	2592	2662	2734	2808	2884	2962	3042	3124	3124	

Obteniendo una población futura de diseño final de **3124** habitantes.

5.4.2. Red convencional

5.4.2.1. Resultados de la asignación de caudales considerados para el cálculo

Previo al modelamiento se determinó los tres tipos de caudales a considerar en el diseño de todos los tramos y buzones considerados en el área de estudio de las cuales se pueden observar su distribución en la tabla 15.

La distribución realizada fue para cada tramo y buzón dando como resultado lo siguiente:

Caudal por habitante : 45.80 L/s

Caudal por infiltración : 2.78 L/s

Caudal por conexiones erradas : 4.58 L/s

Haciendo un total de **53.16 L/s**. Caudal que fue utilizado en el diseño.

En la tabla también se puede observar todas las consideraciones empleadas para el cálculo del resultado final de cada tramo, como también el resultado del caudal parcial que indispensablemente se necesita en el programa Sewercad Connect Edition.

Tabla 15

Caudales de diseño del sistema convencional de alcantarillado sanitario

CAUDALES DE DISEÑO												
CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	Nº DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/día)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-1	BZ-75	TUBERIA MATRIZ-70	44.00	100.00	0.08	0.50	0.04624	0.02312	10.00	45.80	0.03849	0.142
BZ-2	BZ-71	TUBERIA MATRIZ-33	41.00	100.00	0.08	0.50	0.04593	0.02297	10.00	45.80	0.03849	0.141
BZ-3	BZ-4	TUBERIA MATRIZ-31	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05505	0.02753	10.00	45.80	0.03849	0.066
BZ-4	BZ-22	TUBERIA MATRIZ-15	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04663	0.02332	10.00	45.80	0.03849	0.062
BZ-5	BZ-76	TUBERIA MATRIZ-68	39.00	100.00	0.07	0.50	0.04627	0.02314	10.00	45.80	0.03849	0.132
BZ-6	BZ-69	TUBERIA MATRIZ-84	43.00	100.00	0.08	0.50	0.0458	0.0229	10.00	45.80	0.03849	0.141
BZ-7	BZ-14	TUBERIA MATRIZ-28	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05753	0.02877	10.00	45.80	0.03849	0.067
BZ-8	BZ-18	TUBERIA MATRIZ-144	61.00	100.00	0.11	0.50	0.06246	0.03123	10.00	45.80	0.03849	0.180
BZ-9	BZ-77	TUBERIA MATRIZ-62	84.00	100.00	0.16	0.50	0.06181	0.03091	10.00	45.80	0.03849	0.229
BZ-10	BZ-117	TUBERIA MATRIZ-72	64.00	100.00	0.12	0.50	0.05775	0.02888	10.00	45.80	0.03849	0.187
BZ-11	BZ-119	TUBERIA MATRIZ-66	63.00	100.00	0.12	0.50	0.05798	0.02899	10.00	45.80	0.03849	0.187
BZ-12	BZ-3	TUBERIA MATRIZ-30	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05581	0.02791	10.00	45.80	0.03849	0.066
BZ-13	BZ-16	TUBERIA MATRIZ-80	64.00	100.00	0.12	0.50	0.06238	0.03119	10.00	45.80	0.03849	0.190
BZ-14	BZ-12	TUBERIA MATRIZ-29	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05645	0.02823	10.00	45.80	0.03849	0.067
BZ-15	BZ-118	TUBERIA MATRIZ-83	66.00	100.00	0.12	0.50	0.05792	0.02896	10.00	45.80	0.03849	0.187
BZ-16	BZ-93	TUBERIA MATRIZ-81	73.00	100.00	0.14	0.50	0.04814	0.02407	10.00	45.80	0.03849	0.203
BZ-17	BZ-116	TUBERIA MATRIZ-35	54.00	100.00	0.10	0.50	0.05695	0.02848	10.00	45.80	0.03849	0.167
BZ-18	BZ-53	TUBERIA MATRIZ-75	58.00	100.00	0.11	0.50	0.0406	0.0203	10.00	45.80	0.03849	0.169
BZ-19	BZ-59	TUBERIA MATRIZ-38	73.00	100.00	0.14	0.50	0.0449	0.02245	10.00	45.80	0.03849	0.201
BZ-20	BZ-95	TUBERIA MATRIZ-64	72.00	100.00	0.13	0.50	0.05132	0.02566	10.00	45.80	0.03849	0.194
BZ-21	BZ-72	TUBERIA MATRIZ-45	53.00	100.00	0.10	0.50	0.04606	0.02303	10.00	45.80	0.03849	0.162
BZ-22	BZ-85	TUBERIA MATRIZ-95	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04701	0.02351	10.00	45.80	0.03849	0.062
BZ-23	BZ-63	TUBERIA MATRIZ-17	39.00	100.00	0.07	0.50	0.04508	0.02254	10.00	45.80	0.03849	0.131
BZ-24	BZ-25	TUBERIA MATRIZ-12	0.00	100.00	0.00	0.50	0.01301	0.00651	10.00	45.80	0.03849	0.045

CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	Nº DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/día)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-25	BZ-52	TUBERIA MATRIZ-13	13.00	100.00	0.02	0.50	0.0404	0.0202	10.00	45.80	0.03849	0.079
BZ-26	BZ-27	CO-11	0.00	100.00	0.00	0.50	0.02583	0.01292	10.00	45.80	0.03849	0.051
BZ-27	BZ-28	CO-12	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03987	0.01994	10.00	45.80	0.03849	0.058
BZ-28	ENTREGA	CO-13	0.00	100.00	0.00	0.50	0.01688	0.00844	10.00	45.80	0.03849	0.047
BZ-29	BZ-30	TUBERIA MATRIZ-26	0.00	100.00	0.00	0.50	0.0221	0.01105	10.00	45.80	0.03849	0.050
BZ-30	BZ-7	TUBERIA MATRIZ-27	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03	0.015	10.00	45.80	0.03849	0.053
BZ-31	BZ-32	CO-5	0.00	100.00	0.00	0.50	0.02399	0.012	10.00	45.80	0.03849	0.050
BZ-32	BZ-35	CO-6	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03344	0.01672	10.00	45.80	0.03849	0.055
BZ-33	BZ-34	CO-2	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03911	0.01956	10.00	45.80	0.03849	0.058
BZ-34	BZ-44	TUBERIA MATRIZ-104	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03283	0.01642	10.00	45.80	0.03849	0.055
BZ-35	BZ-26	CO-10	0.00	100.00	0.00	0.50	0.02824	0.01412	10.00	45.80	0.03849	0.053
BZ-36	BZ-33	CO-1	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03464	0.01732	10.00	45.80	0.03849	0.056
BZ-37	BZ-38	TUBERIA MATRIZ-40	42.00	100.00	0.08	0.50	0.03179	0.0159	10.00	45.80	0.03849	0.134
BZ-38	BZ-39	TUBERIA MATRIZ-41	29.00	100.00	0.05	0.50	0.03179	0.0159	10.00	45.80	0.03849	0.104
BZ-39	BZ-21	TUBERIA MATRIZ-43	77.00	100.00	0.14	0.50	0.06965	0.03483	10.00	45.80	0.03849	0.213
BZ-40	BZ-41	TUBERIA MATRIZ-8	20.00	100.00	0.04	0.50	0.03189	0.01595	10.00	45.80	0.03849	0.094
BZ-41	BZ-42	TUBERIA MATRIZ-138	7.00	100.00	0.01	0.50	0.03189	0.01595	10.00	45.80	0.03849	0.064
BZ-42	BZ-114	TUBERIA MATRIZ-9	40.00	100.00	0.07	0.50	0.0568	0.0284	10.00	45.80	0.03849	0.137
BZ-43	BZ-25	TUBERIA MATRIZ-18	0.00	100.00	1.50	0.50	0.03265	0.01633	10.00	45.80	0.03849	1.555
BZ-44	BZ-49	TUBERIA MATRIZ-105	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03721	0.01861	10.00	45.80	0.03849	0.057
BZ-45	BZ-47	TUBERIA MATRIZ-57	22.00	100.00	0.04	0.50	0.0358	0.0179	10.00	45.80	0.03849	0.096
BZ-46	BZ-45	TUBERIA MATRIZ-58	29.00	100.00	0.05	0.50	0.0358	0.0179	10.00	45.80	0.03849	0.106
BZ-47	BZ-48	TUBERIA MATRIZ-56	22.00	100.00	0.04	0.50	0.03582	0.01791	10.00	45.80	0.03849	0.096
BZ-48	BZ-56	TUBERIA MATRIZ-55	29.00	100.00	0.05	0.50	0.0428	0.0214	10.00	45.80	0.03849	0.110
BZ-49	BZ-31	TUBERIA MATRIZ-106	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03653	0.01827	10.00	45.80	0.03849	0.057
BZ-50	BZ-29	TUBERIA MATRIZ-25	20.00	100.00	0.04	0.50	0.04	0.02	10.00	45.80	0.03849	0.098
BZ-51	BZ-50	TUBERIA MATRIZ-24	20.00	100.00	0.04	0.50	0.04	0.02	10.00	45.80	0.03849	0.098
BZ-52	BZ-22	TUBERIA MATRIZ-14	26.00	100.00	0.05	0.50	0.04541	0.02271	10.00	45.80	0.03849	0.111

CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	Nº DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/día)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-53	BZ-54	TUBERIA MATRIZ-74	57.00	100.00	0.11	0.50	0.0406	0.0203	10.00	45.80	0.03849	0.169
BZ-54	BZ-10	TUBERIA MATRIZ-73	35.00	100.00	0.06	0.50	0.04086	0.02043	10.00	45.80	0.03849	0.119
BZ-55	BZ-57	TUBERIA MATRIZ-53	14.00	100.00	0.03	0.50	0.04297	0.02149	10.00	45.80	0.03849	0.090
BZ-56	BZ-55	TUBERIA MATRIZ-54	29.00	100.00	0.05	0.50	0.0428	0.0214	10.00	45.80	0.03849	0.110
BZ-57	BZ-113	TUBERIA MATRIZ-52	41.00	100.00	0.08	0.50	0.05672	0.02836	10.00	45.80	0.03849	0.147
BZ-58	BZ-17	TUBERIA MATRIZ-36	36.00	100.00	0.07	0.50	0.04439	0.0222	10.00	45.80	0.03849	0.131
BZ-59	BZ-58	TUBERIA MATRIZ-37	58.00	100.00	0.11	0.50	0.0449	0.02245	10.00	45.80	0.03849	0.171
BZ-60	BZ-9	TUBERIA MATRIZ-94	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04495	0.02248	10.00	45.80	0.03849	1.561
BZ-61	BZ-62	TUBERIA MATRIZ-1	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04506	0.02253	10.00	45.80	0.03849	1.561
BZ-62	BZ-109	TUBERIA MATRIZ-61	67.00	100.00	0.12	0.50	0.05422	0.02711	10.00	45.80	0.03849	0.186
BZ-63	BZ-4	TUBERIA MATRIZ-16	53.00	100.00	0.10	0.50	0.04508	0.02254	10.00	45.80	0.03849	0.161
BZ-64	BZ-8	TUBERIA MATRIZ-89	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04509	0.02255	10.00	45.80	0.03849	1.561
BZ-65	BZ-66	TUBERIA MATRIZ-2	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04527	0.02264	10.00	45.80	0.03849	1.561
BZ-66	BZ-108	TUBERIA MATRIZ-77	64.00	100.00	0.12	0.50	0.05401	0.02701	10.00	45.80	0.03849	0.186
BZ-67	BZ-42	TUBERIA MATRIZ-42	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04532	0.02266	10.00	45.80	0.03849	1.561
BZ-68	BZ-37	TUBERIA MATRIZ-93	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04543	0.02272	10.00	45.80	0.03849	1.561
BZ-69	BZ-12	TUBERIA MATRIZ-85	45.00	100.00	0.08	0.50	0.0458	0.0229	10.00	45.80	0.03849	0.141
BZ-70	BZ-18	TUBERIA MATRIZ-87	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04581	0.02291	10.00	45.80	0.03849	1.561
BZ-71	BZ-3	TUBERIA MATRIZ-32	40.00	100.00	0.07	0.50	0.04593	0.02297	10.00	45.80	0.03849	0.131
BZ-72	BZ-23	TUBERIA MATRIZ-46	53.00	100.00	0.10	0.50	0.04606	0.02303	10.00	45.80	0.03849	0.162
BZ-73	BZ-74	TUBERIA MATRIZ-3	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04621	0.02311	10.00	45.80	0.03849	1.562
BZ-74	BZ-101	TUBERIA MATRIZ-78	66.00	100.00	0.12	0.50	0.05382	0.02691	10.00	45.80	0.03849	0.185
BZ-75	BZ-14	TUBERIA MATRIZ-69	42.00	100.00	0.08	0.50	0.04624	0.02312	10.00	45.80	0.03849	0.142
BZ-76	BZ-7	TUBERIA MATRIZ-142	40.00	100.00	0.07	0.50	0.04627	0.02314	10.00	45.80	0.03849	0.132
BZ-77	BZ-20	TUBERIA MATRIZ-63	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04633	0.02317	10.00	45.80	0.03849	0.062
BZ-78	BZ-36	TUBERIA MATRIZ-101	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04648	0.02324	10.00	45.80	0.03849	0.062
BZ-79	BZ-78	TUBERIA MATRIZ-100	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04648	0.02324	10.00	45.80	0.03849	0.062
BZ-80	BZ-13	TUBERIA MATRIZ-90	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04649	0.02325	10.00	45.80	0.03849	1.562

CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	Nº DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/día)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-81	BZ-82	TUBERIA MATRIZ-4	0.00	100.00	1.50	0.50	0.0465	0.02325	10.00	45.80	0.03849	1.562
BZ-82	BZ-102	TUBERIA MATRIZ-140	33.00	100.00	0.06	0.50	0.05382	0.02691	10.00	45.80	0.03849	0.125
BZ-83	BZ-84	TUBERIA MATRIZ-6	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04687	0.02344	10.00	45.80	0.03849	0.062
BZ-84	BZ-100	TUBERIA MATRIZ-7	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05344	0.02672	10.00	45.80	0.03849	0.065
BZ-85	BZ-87	TUBERIA MATRIZ-96	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04709	0.02355	10.00	45.80	0.03849	0.062
BZ-86	BZ-79	TUBERIA MATRIZ-99	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04708	0.02354	10.00	45.80	0.03849	0.062
BZ-87	BZ-112	TUBERIA MATRIZ-97	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05668	0.02834	10.00	45.80	0.03849	0.067
BZ-88	BZ-19	TUBERIA MATRIZ-92	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04734	0.02367	10.00	45.80	0.03849	1.562
BZ-89	BZ-20	TUBERIA MATRIZ-86	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04736	0.02368	10.00	45.80	0.03849	1.562
BZ-90	BZ-83	TUBERIA MATRIZ-5	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04778	0.02389	10.00	45.80	0.03849	1.562
BZ-91	BZ-21	TUBERIA MATRIZ-44	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04789	0.02395	10.00	45.80	0.03849	1.562
BZ-92	BZ-19	TUBERIA MATRIZ-91	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04802	0.02401	10.00	45.80	0.03849	1.563
BZ-93	BZ-15	TUBERIA MATRIZ-82	44.00	100.00	0.08	0.50	0.04814	0.02407	10.00	45.80	0.03849	0.143
BZ-94	BZ-16	TUBERIA MATRIZ-88	0.00	100.00	1.50	0.50	0.04838	0.02419	10.00	45.80	0.03849	1.563
BZ-95	BZ-11	TUBERIA MATRIZ-65	50.00	100.00	0.09	0.50	0.05132	0.02566	10.00	45.80	0.03849	0.154
BZ-96	BZ-5	TUBERIA MATRIZ-23	0.00	100.00	1.50	0.50	0.05267	0.02634	10.00	45.80	0.03849	1.565
BZ-97	BZ-11	TUBERIA MATRIZ-50	0.00	100.00	1.50	0.50	0.05281	0.02641	10.00	45.80	0.03849	1.565
BZ-98	BZ-23	TUBERIA MATRIZ-19	0.00	100.00	1.50	0.50	0.05319	0.0266	10.00	45.80	0.03849	1.565
BZ-99	BZ-17	TUBERIA MATRIZ-47	0.00	100.00	1.50	0.50	0.05332	0.02666	10.00	45.80	0.03849	1.565
BZ-100	BZ-40	TUBERIA MATRIZ-139	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05344	0.02672	10.00	45.80	0.03849	0.065
BZ-101	BZ-13	TUBERIA MATRIZ-79	66.00	100.00	0.12	0.50	0.05382	0.02691	10.00	45.80	0.03849	0.185
BZ-102	BZ-19	TUBERIA MATRIZ-39	33.00	100.00	0.06	0.50	0.05382	0.02691	10.00	45.80	0.03849	0.125
BZ-103	BZ-6	TUBERIA MATRIZ-21	0.00	100.00	1.50	0.50	0.05388	0.02694	10.00	45.80	0.03849	1.565
BZ-104	BZ-15	TUBERIA MATRIZ-48	0.00	100.00	1.50	0.50	0.05393	0.02697	10.00	45.80	0.03849	1.565
BZ-105	BZ-46	TUBERIA MATRIZ-59	36.00	100.00	0.07	0.50	0.05399	0.027	10.00	45.80	0.03849	0.135
BZ-106	BZ-105	TUBERIA MATRIZ-60	36.00	100.00	1.50	0.50	0.05399	0.027	10.00	45.80	0.03849	1.565
BZ-107	BZ-2	TUBERIA MATRIZ-20	0.00	100.00	1.50	0.50	0.05401	0.02701	10.00	45.80	0.03849	1.566
BZ-108	BZ-8	TUBERIA MATRIZ-76	64.00	100.00	0.12	0.50	0.05401	0.02701	10.00	45.80	0.03849	0.186

CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	Nº DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/día)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-109	BZ-9	TUBERIA MATRIZ-141	67.00	100.00	0.12	0.50	0.05422	0.02711	10.00	45.80	0.03849	0.186
BZ-110	BZ-10	TUBERIA MATRIZ-49	0.00	100.00	1.50	0.50	0.05462	0.02731	10.00	45.80	0.03849	1.566
BZ-111	BZ-1	TUBERIA MATRIZ-22	0.00	100.00	1.50	0.50	0.05485	0.02743	10.00	45.80	0.03849	1.566
BZ-112	BZ-86	TUBERIA MATRIZ-98	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05668	0.02834	10.00	45.80	0.03849	0.067
BZ-113	BZ-51	TUBERIA MATRIZ-51	21.00	100.00	0.04	0.50	0.05672	0.02836	10.00	45.80	0.03849	0.107
BZ-114	BZ-115	TUBERIA MATRIZ-10	34.00	100.00	0.06	0.50	0.0568	0.0284	10.00	45.80	0.03849	0.127
BZ-115	BZ-24	TUBERIA MATRIZ-11	34.00	100.00	0.06	0.50	0.0571	0.02855	10.00	45.80	0.03849	0.127
BZ-116	BZ-2	TUBERIA MATRIZ-34	65.00	100.00	0.12	0.50	0.05695	0.02848	10.00	45.80	0.03849	0.187
BZ-117	BZ-1	TUBERIA MATRIZ-71	64.00	100.00	0.12	0.50	0.05775	0.02888	10.00	45.80	0.03849	0.187
BZ-118	BZ-6	TUBERIA MATRIZ-143	72.00	100.00	0.13	0.50	0.05792	0.02896	10.00	45.80	0.03849	0.197
BZ-119	BZ-5	TUBERIA MATRIZ-67	62.00	100.00	0.11	0.50	0.05798	0.02899	10.00	45.80	0.03849	0.177
R E S U L T A D O S												53.16

5.4.2.2. Resultados de velocidades de diseños obtenidos según rangos

En el siguiente gráfico se puede observar las velocidades obtenidas según rangos, en su mayoría no superan los 1.69 m/s en el área de estudio, también observamos velocidades en el emisor mayores a 3.34 m/s como también un tramo (penúltimo tramo para llegar a la descarga) que supera los 5 m/s (BZ-27 AL BZ-28), que cuenta con buzones de 5 metros de altura y tubería de 355mm de diámetro.

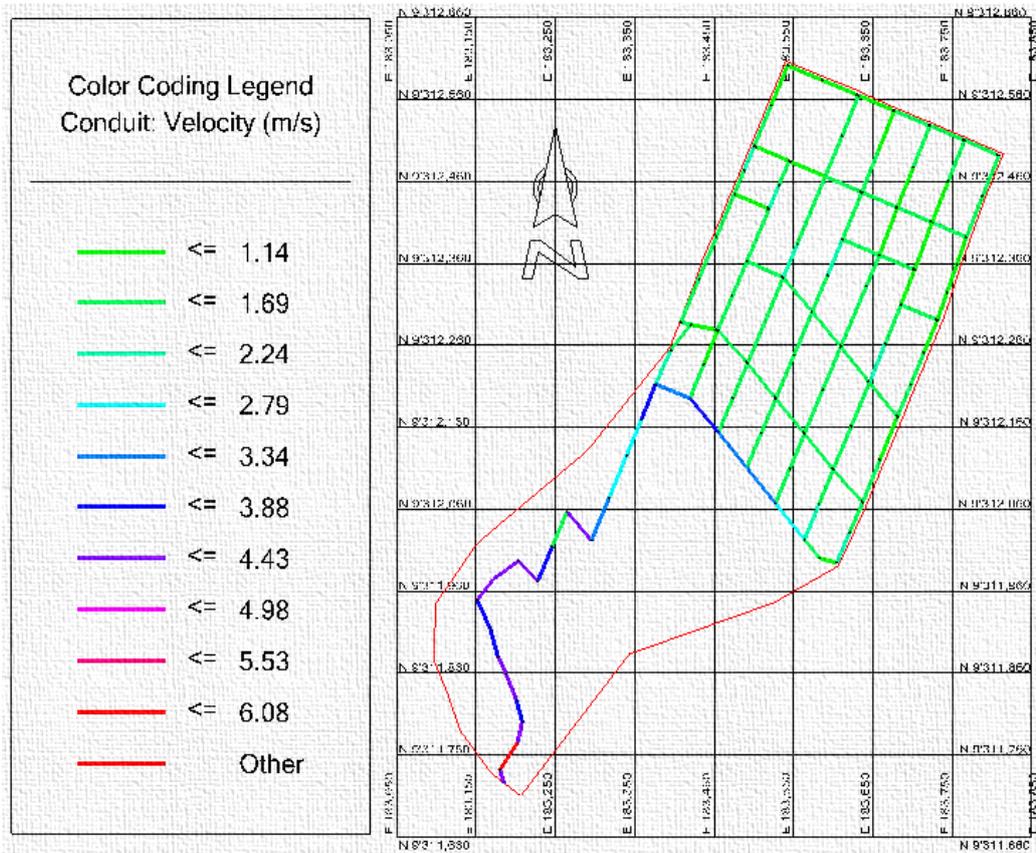


Figura 20. Velocidades de diseño en tuberías. Software: SewerCad Connect Edition

5.4.2.3. Resultados de diámetros obtenidos en el diseño.

Como se puede denotar en la figura se utilizan 4 tipos de diámetros según el resultado del cálculo, estos diámetros cumplen eficazmente todas las condiciones hidráulicas establecidas.

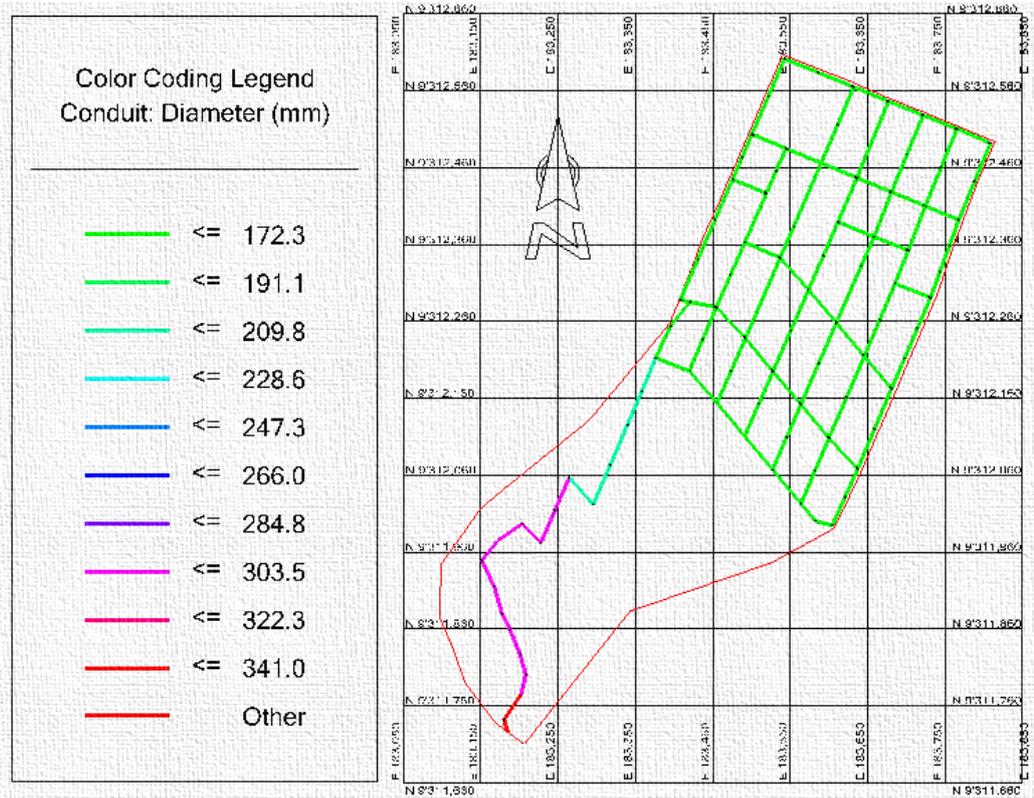


Figura 21. Diámetros de diseño. Software: SewerCad Connect Edition.

5.4.2.4. Resultados de tensión tractiva obtenidos en el diseño.

En la figura se presenta los distintos resultados de tensión tractiva de cada tramo por intervalos, en la gran mayoría representan tensiones menos de 40 Pa. ubicados en la zona de estudio, y de 78 Pa. a más en el emisor hasta la descarga.

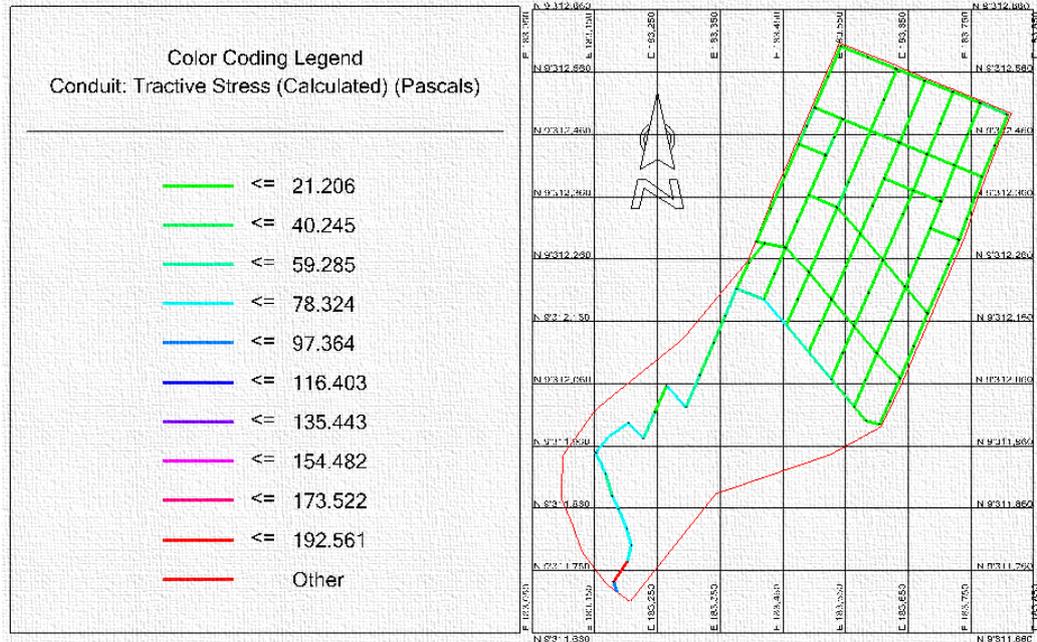


Figura 22. Tensión tractiva. Software: SewerCad Connect Edition

En el gráfico siguiente se observan las características hidráulicas de uno de los tramos de la red. De donde en todos los tramos el tipo de flujo obtenido es el supercrítico ya que el número de Froude es mayor a uno.



Figura 23. Características hidráulicas. Software: H Canales

5.4.2.5.Resultados de las características hidráulicas obtenidas.

El la siguiente tabla respresenta todas las características elementales obtenidas del programa SewerCad Connect Edition, como tambien las cotas de los buzones y alturas respectivas.

Se puede observar que las velocidades estan estan dentro del rango permitido, excepto la del penúltimo tramo que se encuentra cerca a la descarga ya que supera los 5 m/s , para ello la solución es aumentar el diámetro de la tubería o bajar la cota de fondo del buzón.

Según reglamento Nacional de Edificaciones OS. 070 Redes de Aguas Residuales la velocidad crítica será siempre mayor a la velocidad calculada, en nuestros resultados observamos que en algunos tramos no cumple, en éstos casos el reglamento establece que el tirante de la sección utilizada (circular) represente como máximo el 50% de la capacidad total de la tubería, donde observamos que cumple con ese requisito.

En la columna número de Froude se observa que en todos los tramos el valor es mayor a uno lo que indica que el tipo de flujo es Supercrítico ya que contamos con profundidades pequeñas y pendientes elevadas según topografía estudiada.

La tensión tractiva en todos los tramos superan el valor de 1 Pascal establecida por el R.N.E - O.S. 0.70 , garantizando el arrastre de materiales que se encuentren depositados en el fondo y por ende la autolimpieza del mismo.

Tabla 16

Resultados de cálculo hidráulico

BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	COTA DE BUZONES				PROFUNDIDAD		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO ϕ (mm)	ÁNGULO TETA (θ) Rad.	RADIO HIDRAULICO (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	Do / D (%)	NÚMERO DE FROUDE	TENSIÓN TRACTIVA (Pascals)
		COTA DE TAPA (Inicio)	COTA DE FONDO (Inicio)	COTA DE TAPA (Fin)	COTA DE FONDO (Fin)	INICIAL	FINAL											
BZ-1	BZ-111	2440.48	2438.78	2447.50	2445.9	1.70	1.60	54.85	12.98	153.60	1.37	0.0110	1.57	1.36	1.97	11.30	4.00	13.90
BZ-1	BZ-117	2440.48	2438.78	2443.48	2441.53	1.70	1.95	57.75	4.76	153.60	2.39	0.0274	7.63	1.52	3.11	31.60	2.59	12.78
BZ-2	BZ-107	2424.66	2423.26	2432.25	2430.45	1.40	1.80	54.01	13.31	153.60	1.36	0.0109	1.57	1.38	1.96	11.20	4.05	14.17
BZ-2	BZ-116	2424.66	2423.26	2428.02	2426.42	1.40	1.60	56.95	5.55	153.60	2.31	0.0261	7.36	1.59	3.04	29.80	2.80	14.19
BZ-3	BZ-71	2422.44	2420.59	2423.30	2421.95	1.85	1.35	45.93	2.97	153.60	2.71	0.0325	9.20	1.35	3.39	39.40	2.03	9.47
BZ-3	BZ-4	2422.44	2420.59	2413.87	2412.22	1.85	1.65	55.05	15.20	153.60	3.48	0.0420	40.65	3.62	3.85	58.30	4.25	62.60
BZ-4	BZ-63	2413.87	2412.22	2416.80	2415.25	1.65	1.55	45.08	6.72	153.60	2.09	0.0225	5.76	1.59	2.82	25.00	3.07	14.84
BZ-5	BZ-76	2447.68	2446.08	2445.34	2443.59	1.60	1.75	46.27	5.38	153.60	2.49	0.0290	9.32	1.69	3.20	33.90	2.76	15.27
BZ-5	BZ-96	2447.68	2446.08	2453.54	2452.24	1.60	1.30	52.67	11.70	153.60	1.38	0.0111	1.56	1.31	1.98	11.50	3.81	12.82
BZ-6	BZ-69	2432.63	2430.83	2431.08	2429.28	1.80	1.80	45.80	3.38	153.60	2.67	0.0318	9.25	1.42	3.35	38.20	2.17	10.54
BZ-6	BZ-103	2432.63	2430.83	2440.35	2438.65	1.80	1.70	53.88	14.51	153.60	1.35	0.0107	1.57	1.42	1.94	11.00	4.22	15.15
BZ-7	BZ-14	2442.06	2440.66	2436.65	2435.05	1.40	1.60	57.53	9.75	153.60	2.47	0.0288	12.38	2.26	3.19	33.60	3.72	27.53
BZ-8	BZ-108	2454.96	2453.21	2456.82	2455.22	1.75	1.60	54.01	3.72	153.60	1.69	0.0158	1.93	0.94	2.36	16.80	2.24	5.79
BZ-8	BZ-18	2454.96	2453.21	2453.14	2451.79	1.75	1.35	62.46	2.27	153.60	2.15	0.0234	3.67	0.95	2.88	26.20	1.79	5.22
BZ-9	BZ-60	2463.24	2461.34	2471.99	2469.99	1.90	2.00	44.95	19.24	153.60	1.30	0.0099	1.56	1.56	1.87	10.20	4.82	18.82
BZ-9	BZ-77	2463.24	2461.34	2461.21	2459.66	1.90	1.55	61.81	2.72	153.60	2.10	0.0227	3.72	1.02	2.83	25.20	1.96	6.04
BZ-10	BZ-54	2446.47	2444.52	2448.31	2446.11	1.95	2.20	40.86	3.89	153.60	2.25	0.0252	5.69	1.31	2.98	28.50	2.35	9.60
BZ-10	BZ-110	2446.47	2444.52	2454.00	2450.5	1.95	3.50	54.62	10.95	153.60	1.40	0.0113	1.57	1.28	2.00	11.70	3.69	12.18
BZ-11	BZ-97	2454.25	2452.55	2460.00	2457.85	1.70	2.15	52.81	10.04	153.60	1.41	0.0116	1.56	1.25	2.02	12.00	3.56	11.36
BZ-11	BZ-119	2454.25	2450.75	2450.90	2449.15	3.50	1.75	57.98	2.76	153.60	2.57	0.0303	7.45	1.25	3.27	35.90	1.97	8.20
BZ-12	BZ-3	2429.44	2427.74	2422.44	2420.59	1.70	1.85	55.81	12.82	153.60	3.24	0.0395	31.39	3.20	3.74	52.40	4.03	49.64
BZ-13	BZ-16	2449.36	2446.61	2445.46	2443.96	2.75	1.50	62.38	4.25	153.60	1.97	0.0205	3.68	1.19	2.69	22.40	2.43	8.53
BZ-14	BZ-75	2436.65	2435.05	2438.68	2436.68	1.60	2.00	46.24	3.53	153.60	2.67	0.0319	9.48	1.45	3.35	38.30	2.22	11.00
BZ-14	BZ-12	2436.65	2435.05	2429.44	2427.74	1.60	1.70	56.45	12.95	153.60	2.84	0.0344	21.93	2.93	3.49	42.50	4.21	43.61
BZ-15	BZ-104	2438.45	2436.45	2446.26	2444.31	2.00	1.95	53.93	14.57	153.60	1.35	0.0107	1.57	1.42	1.94	11.00	4.23	15.20
BZ-15	BZ-118	2438.45	2436.45	2435.68	2432.88	2.00	2.80	57.92	6.16	153.60	2.27	0.0255	7.34	1.66	3.00	28.90	2.96	15.37

BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	COTA DE BUZONES				PROFUNDIDAD		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO ϕ (mm)	ÁNGULO TETA (θ) Rad.	RADIO HIDRAULICO (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	Do / D (%)	NÚMERO DE FROUDE	TENSIÓN TRACTIVA (Pascals)
		COTA DE TAPA (Inicio)	COTA DE FONDO (Inicio)	COTA DE TAPA (Fin)	COTA DE FONDO (Fin)	INICIAL	FINAL											
BZ-16	BZ-93	2445.46	2443.96	2441.14	2439.24	1.50	1.90	48.14	9.81	153.60	1.96	0.0202	5.45	1.79	2.67	22.10	3.70	19.46
BZ-17	BZ-58	2430.92	2429.52	2435.81	2434.41	1.40	1.40	44.39	11.02	153.60	1.93	0.0197	5.44	1.86	2.64	21.50	3.91	21.29
BZ-17	BZ-99	2430.92	2429.52	2438.26	2436.26	1.40	2.00	53.32	12.64	153.60	1.37	0.0110	1.57	1.35	1.97	11.30	3.95	13.61
BZ-19	BZ-88	2440.98	2439.68	2444.45	2442.65	1.30	1.80	47.34	6.27	153.60	1.50	0.0129	1.56	1.06	2.13	13.40	2.84	7.90
BZ-19	BZ-102	2440.98	2439.78	2448.23	2446.98	1.20	1.25	53.82	13.38	153.60	1.41	0.0116	1.81	1.44	2.02	12.00	4.11	15.16
BZ-20	BZ-95	2460.57	2458.67	2458.03	2455.13	1.90	2.90	51.32	6.90	153.60	2.07	0.0221	5.54	1.58	2.79	24.40	3.11	14.91
BZ-21	BZ-72	2426.18	2424.88	2422.14	2420.89	1.30	1.25	46.06	8.66	153.60	1.80	0.0176	3.74	1.54	2.49	18.90	3.45	14.95
BZ-21	BZ-91	2426.18	2424.88	2430.78	2429.38	1.30	1.40	47.89	9.40	153.60	1.42	0.0117	1.56	1.22	2.03	12.10	3.45	10.79
BZ-22	BZ-4	2408.69	2407.14	2413.87	2412.22	1.55	1.65	46.63	10.91	153.60	4.05	0.0459	46.47	3.26	4.02	71.90	3.24	49.03
BZ-22	BZ-85	2408.69	2407.14	2403.08	2401.53	1.55	1.55	47.01	11.93	192.20	3.17	0.0485	52.19	3.53	4.14	50.70	4.07	56.67
BZ-23	BZ-98	2418.14	2416.14	2424.48	2423.08	2.00	1.40	53.19	13.05	153.60	1.37	0.0110	1.57	1.37	1.97	11.30	4.01	13.95
BZ-24	BZ-25	2415.85	2414.65	2415.85	2413.95	1.20	1.90	13.01	5.38	153.60	1.94	0.0200	3.91	1.31	2.66	21.80	2.74	10.53
BZ-25	BZ-52	2415.85	2413.95	2412.29	2411.09	1.90	1.20	40.40	7.08	153.60	2.06	0.0220	5.54	1.60	2.79	24.30	3.14	15.22
BZ-26	BZ-27	2321.33	2318.33	2315.18	2313.68	3.00	1.50	25.83	18.00	302.60	2.05	0.0428	53.06	3.99	3.89	24.00	5.63	75.61
BZ-27	BZ-28	2315.18	2311.18	2289.72	2286.72	4.00	3.00	39.87	61.35	341.00	1.60	0.0321	53.12	6.08	3.36	15.20	10.27	192.56
BZ-28	E-01	2289.72	2285.62	2283.78	2282.33	4.10	1.45	16.88	19.50	341.00	1.86	0.0413	53.16	4.06	3.82	20.10	5.92	78.93
BZ-29	BZ-30	2444.03	2442.73	2443.74	2442.44	1.30	1.30	22.10	1.31	153.60	2.15	0.0235	2.81	0.72	2.88	26.30	1.36	3.02
BZ-30	BZ-7	2443.74	2442.44	2442.06	2440.66	1.30	1.40	30.00	5.93	153.60	1.77	0.0171	2.86	1.24	2.46	18.30	2.83	9.92
BZ-31	BZ-32	2339	2337.2	2334.29	2332.89	1.80	1.40	23.99	17.97	302.60	2.05	0.0428	52.90	3.99	3.89	24.00	5.62	75.42
BZ-32	BZ-35	2334.29	2330.19	2326.75	2324.2	4.10	2.55	33.44	17.91	302.60	2.05	0.0428	52.95	3.98	3.89	24.00	5.61	75.26
BZ-33	BZ-34	2367.68	2362.68	2357.00	2355.7	5.00	1.30	39.11	17.85	302.60	2.05	0.0428	52.68	3.97	3.89	24.00	5.60	74.88
BZ-34	BZ-44	2357	2353	2349.01	2347.16	4.00	1.85	32.83	17.79	302.60	2.05	0.0428	52.74	3.97	3.89	24.00	5.59	74.72
BZ-35	BZ-26	2326.75	2324.2	2321.33	2320.03	2.55	1.30	28.24	14.77	302.60	2.10	0.0447	53.01	3.72	3.97	25.20	5.11	64.70
BZ-36	BZ-33	2376.99	2372.29	2367.68	2366.28	4.70	1.40	34.64	17.35	302.60	2.05	0.0430	52.62	3.93	3.90	24.10	5.53	73.18
BZ-37	BZ-38	2444.54	2442.74	2440.62	2438.92	1.80	1.70	31.79	12.02	153.60	1.41	0.0115	1.70	1.36	2.02	11.90	3.88	13.57
BZ-37	BZ-68	2444.54	2442.74	2444.61	2443.41	1.80	1.20	45.43	1.48	153.60	1.80	0.0177	1.56	0.64	2.50	19.00	1.42	2.56
BZ-38	BZ-39	2440.62	2438.92	2432.59	2430.74	1.70	1.85	31.79	25.73	153.60	1.30	0.0099	1.80	1.81	1.87	10.20	5.57	25.13

BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	COTA DE BUZONES				PROFUNDIDAD		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO ϕ (mm)	ÁNGULO TETA (θ) Rad.	RADIO HIDRAULICO (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	Do / D (%)	NÚMERO DE FROUDE	TENSIÓN TRACTIVA (Pascals)
		COTA DE TAPA (Inicio)	COTA DE FONDO (Inicio)	COTA DE TAPA (Fin)	COTA DE FONDO (Fin)	INICIAL	FINAL											
BZ-39	BZ-21	2432.59	2430.74	2426.18	2424.88	1.85	1.30	69.65	8.41	153.60	1.54	0.0135	2.01	1.27	2.18	14.10	3.32	11.09
BZ-40	BZ-41	2444.55	2443.35	2438.37	2436.72	1.20	1.65	31.89	20.78	153.60	1.35	0.0106	1.85	1.69	1.93	10.90	5.05	21.57
BZ-41	BZ-42	2438.37	2436.72	2432.06	2430.32	1.65	1.74	31.89	20.09	153.60	1.36	0.0109	1.91	1.69	1.96	11.20	4.98	21.34
BZ-42	BZ-114	2432.06	2430.32	2425.17	2423.97	1.74	1.20	56.80	11.17	153.60	1.73	0.0164	3.61	1.66	2.41	17.50	3.89	17.97
BZ-43	BZ-25	2418.11	2416.11	2415.85	2413.95	2.00	1.90	32.65	6.62	153.60	1.49	0.0127	1.55	1.08	2.12	13.20	2.91	8.21
BZ-44	BZ-49	2349.01	2347.16	2343.01	2341.26	1.85	1.75	37.21	15.86	302.60	2.08	0.0439	52.79	3.81	3.94	24.70	5.29	68.29
BZ-45	BZ-46	2470.37	2468.97	2472.32	2470.32	1.40	2.00	35.80	3.77	153.60	1.66	0.0154	1.81	0.92	2.33	16.30	2.24	5.68
BZ-46	BZ-105	2472.32	2470.32	2477.10	2475.4	2.00	1.70	53.99	9.41	153.60	1.45	0.0121	1.70	1.25	2.07	12.60	3.46	11.23
BZ-47	BZ-45	2469.99	2468.59	2470.37	2468.97	1.40	1.40	35.80	1.06	153.60	1.99	0.0208	1.90	0.60	2.71	22.80	1.21	2.17
BZ-48	BZ-47	2470	2468.2	2469.99	2468.59	1.80	1.40	35.82	1.09	153.60	2.01	0.0211	2.00	0.61	2.73	23.20	1.24	2.25
BZ-49	BZ-31	2343.01	2341.26	2339.00	2337.2	1.75	1.80	36.53	11.11	302.60	2.19	0.0475	52.85	3.36	4.10	27.10	4.44	51.70
BZ-50	BZ-29	2449.97	2448.67	2444.03	2442.73	1.30	1.30	40.00	14.85	153.60	1.55	0.0136	2.76	1.70	2.20	14.30	4.42	19.85
BZ-51	BZ-50	2453.65	2452.35	2449.97	2448.67	1.30	1.30	40.00	9.20	153.60	1.64	0.0150	2.66	1.42	2.30	15.80	3.49	13.49
BZ-51	BZ-113	2453.65	2452.35	2457.87	2456.32	1.30	1.55	56.72	7.00	153.60	1.68	0.0157	2.56	1.27	2.35	16.60	3.06	10.73
BZ-52	BZ-22	2412.29	2411.09	2408.69	2407.14	1.20	1.55	45.41	8.71	153.60	2.01	0.0211	5.66	1.74	2.73	23.20	3.50	18.01
BZ-53	BZ-18	2450.83	2448.83	2453.14	2451.79	2.00	1.35	40.60	7.29	153.60	2.03	0.0215	5.40	1.61	2.76	23.70	3.20	15.36
BZ-54	BZ-53	2448.31	2446.11	2450.83	2448.83	2.20	2.00	40.60	6.70	153.60	2.08	0.0222	5.57	1.57	2.80	24.60	3.06	14.60
BZ-55	BZ-56	2464.24	2461.79	2467.68	2466.03	2.45	1.65	42.80	9.91	153.60	1.55	0.0136	2.22	1.38	2.19	14.20	3.60	13.16
BZ-56	BZ-48	2467.68	2466.03	2470.00	2468.2	1.65	1.80	42.80	5.07	153.60	1.66	0.0154	2.11	1.07	2.33	16.30	2.60	7.66
BZ-57	BZ-55	2460	2457.85	2464.24	2461.79	2.15	2.45	42.97	9.17	153.60	1.58	0.0141	2.31	1.35	2.23	14.80	3.46	12.64
BZ-58	BZ-59	2435.81	2434.41	2438.24	2435.74	1.40	2.50	44.90	2.96	153.60	2.30	0.0260	5.31	1.16	3.03	29.60	2.04	7.54
BZ-59	BZ-19	2438.24	2435.74	2440.98	2438.48	2.50	2.50	44.90	6.10	153.60	2.05	0.0218	5.14	1.49	2.78	24.10	2.94	13.07
BZ-61	BZ-62	2483.04	2481.24	2472.61	2470.81	1.80	1.80	45.06	23.15	153.60	1.27	0.0096	1.56	1.66	1.84	9.80	5.24	21.75
BZ-62	BZ-109	2472.61	2470.81	2466.69	2464.29	1.80	2.40	54.22	12.03	153.60	1.42	0.0117	1.75	1.38	2.03	12.10	3.90	13.73
BZ-63	BZ-23	2416.8	2415.25	2418.14	2416.14	1.55	2.00	45.08	1.97	153.60	2.48	0.0288	5.59	1.02	3.19	33.70	1.67	5.58
BZ-64	BZ-8	2462.9	2461	2454.96	2453.21	1.90	1.75	45.09	17.28	153.60	1.32	0.0102	1.56	1.51	1.90	10.50	4.58	17.31
BZ-65	BZ-66	2472.29	2470.49	2463.78	2461.58	1.80	2.20	45.27	19.68	153.60	1.30	0.0099	1.56	1.58	1.87	10.20	4.87	19.15

BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	COTA DE BUZONES				PROFUNDIDAD		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO ϕ (mm)	ÁNGULO TETA (θ) Rad.	RADIO HIDRAULICO (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	Do / D (%)	NÚMERO DE FROUDE	TENSIÓN TRACTIVA (Pascals)
		COTA DE TAPA (Inicio)	COTA DE FONDO (Inicio)	COTA DE TAPA (Fin)	COTA DE FONDO (Fin)	INICIAL	FINAL											
BZ-67	BZ-42	2432.73	2430.88	2432.06	2430.32	1.85	1.74	45.32	1.24	153.60	1.85	0.0184	1.56	0.6	2.55	19.90	1.31	2.24
BZ-69	BZ-12	2431.08	2429.28	2429.44	2427.74	1.80	1.70	45.80	3.36	153.60	2.68	0.0320	9.39	1.42	3.36	38.60	2.17	10.55
BZ-70	BZ-18	2460.95	2459.4	2453.14	2451.79	1.55	1.35	45.81	16.61	153.60	1.33	0.0103	1.56	1.48	1.91	10.60	4.50	16.80
BZ-71	BZ-2	2423.3	2421.95	2424.66	2423.26	1.35	1.40	45.93	2.85	153.60	2.72	0.0327	9.07	1.33	3.40	39.60	1.99	9.12
BZ-72	BZ-23	2422.14	2420.89	2418.14	2416.14	1.25	2.00	46.06	10.31	153.60	1.78	0.0173	3.90	1.66	2.47	18.50	3.76	17.44
BZ-73	BZ-74	2463.42	2461.22	2457.36	2455.31	2.20	2.05	46.21	12.79	153.60	1.37	0.0110	1.56	1.35	1.97	11.30	3.97	13.72
BZ-74	BZ-101	2457.36	2455.31	2453.63	2452.33	2.05	1.30	53.82	5.54	153.60	1.57	0.0139	1.75	1.04	2.22	14.60	2.68	7.55
BZ-75	BZ-1	2438.68	2436.68	2440.48	2438.78	2.00	1.70	46.24	4.54	153.60	2.56	0.0301	9.34	1.58	3.26	35.60	2.52	13.39
BZ-76	BZ-7	2445.34	2443.59	2442.06	2440.66	1.75	1.40	46.27	6.33	153.60	2.43	0.0282	9.45	1.79	3.15	32.70	2.99	17.49
BZ-77	BZ-20	2461.21	2459.66	2460.57	2458.67	1.55	1.90	46.33	2.14	153.60	2.19	0.0240	3.78	0.94	2.91	27.00	1.74	5.04
BZ-78	BZ-36	2381.96	2380.71	2376.99	2375.49	1.25	1.50	46.48	11.23	302.60	2.18	0.0472	52.57	3.37	4.08	26.90	4.46	52.01
BZ-79	BZ-78	2382.48	2381.23	2381.96	2380.71	1.25	1.25	46.48	1.12	302.60	3.15	0.0757	52.50	1.46	5.17	50.10	1.35	8.30
BZ-80	BZ-13	2454.68	2452.93	2449.36	2446.61	1.75	2.75	46.49	13.60	153.60	1.36	0.0108	1.56	1.38	1.95	11.10	4.09	14.39
BZ-81	BZ-82	2457.2	2455.15	2455.69	2454.19	2.05	1.50	46.50	2.07	153.60	1.73	0.0164	1.56	0.72	2.41	17.50	1.67	3.33
BZ-83	BZ-84	2455.35	2453.6	2454.52	2453.02	1.75	1.50	46.87	1.24	153.60	1.87	0.0188	1.62	0.60	2.57	20.30	1.31	2.27
BZ-84	BZ-100	2454.52	2453.02	2451.41	2450.21	1.50	1.20	53.44	5.26	153.60	1.57	0.0139	1.69	1.01	2.22	14.60	2.61	7.15
BZ-85	BZ-87	2403.08	2401.53	2400.15	2398.85	1.55	1.30	47.09	5.69	192.20	3.72	0.0551	52.25	2.65	4.41	64.20	2.59	30.71
BZ-86	BZ-79	2391.33	2389.23	2382.48	2381.23	2.10	1.25	47.08	16.99	192.20	2.98	0.0454	52.44	4.04	4.00	45.90	4.95	75.60
BZ-87	BZ-112	2400.15	2398.85	2397.06	2395.81	1.30	1.25	56.68	5.36	192.20	3.78	0.0556	52.31	2.59	4.43	65.60	2.49	29.21
BZ-89	BZ-20	2469.75	2467.95	2460.57	2458.67	1.80	1.90	47.36	19.60	153.60	1.30	0.0099	1.56	1.57	1.87	10.20	4.86	19.09
BZ-90	BZ-83	2455.68	2454.18	2455.35	2453.6	1.50	1.75	47.78	1.21	153.60	1.85	0.0185	1.56	0.60	2.56	20.00	1.29	2.20
BZ-92	BZ-19	2449.06	2446.31	2440.98	2439.48	2.75	1.50	48.02	14.22	153.60	1.35	0.0107	1.56	1.41	1.94	11.00	4.18	14.90
BZ-93	BZ-15	2441.14	2439.24	2438.45	2436.45	1.90	2.00	48.14	5.80	153.60	2.12	0.0230	5.59	1.50	2.85	25.60	2.86	13.04
BZ-94	BZ-16	2452.86	2451.51	2445.46	2443.96	1.35	1.50	48.38	15.61	153.60	1.34	0.0105	1.56	1.45	1.93	10.80	4.37	16.01
BZ-95	BZ-11	2458.03	2455.13	2454.25	2450.75	2.90	3.50	51.32	8.54	153.60	2.02	0.0213	5.69	1.72	2.74	23.40	3.45	17.83
BZ-100	BZ-40	2451.41	2450.21	2444.55	2443.35	1.20	1.20	53.44	12.84	153.60	1.41	0.0115	1.75	1.41	2.02	11.90	4.01	14.50
BZ-101	BZ-13	2453.63	2452.33	2449.36	2448.16	1.30	1.20	53.82	7.75	153.60	1.54	0.0135	1.93	1.22	2.18	14.10	3.19	10.21

BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	COTA DE BUZONES				PROFUNDIDAD		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO ϕ (mm)	ÁNGULO TETA (θ) Rad.	RADIO HIDRÁULICO (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	Do / D (%)	NÚMERO DE FROUDE	TENSIÓN TRACTIVA (Pascales)
		COTA DE TAPA (Inicio)	COTA DE FONDO (Inicio)	COTA DE TAPA (Fin)	COTA DE FONDO (Fin)	INICIAL	FINAL											
BZ-102	BZ-82	2448.23	2446.98	2455.69	2454.19	1.25	1.50	53.82	13.40	153.60	1.39	0.0112	1.69	1.41	1.99	11.60	4.08	14.73
BZ-105	BZ-106	2477.1	2475.4	2483.55	2481.75	1.70	1.80	53.99	11.76	153.60	1.38	0.0111	1.57	1.32	1.98	11.50	3.82	12.87
BZ-108	BZ-66	2456.82	2455.22	2463.78	2461.58	1.60	2.20	54.01	11.78	153.60	1.42	0.0117	1.75	1.37	2.03	12.10	3.86	13.51
BZ-109	BZ-9	2466.69	2464.29	2463.24	2461.34	2.40	1.90	54.22	5.44	153.60	1.61	0.0146	1.93	1.07	2.27	15.40	2.68	7.78
BZ-112	BZ-86	2397.06	2395.81	2391.33	2390.23	1.25	1.10	56.68	9.84	192.20	3.30	0.0503	52.38	3.29	4.22	53.90	3.64	48.51
BZ-113	BZ-57	2457.87	2456.32	2460.00	2457.85	1.55	2.15	56.72	2.70	153.60	1.88	0.0189	2.46	0.90	2.59	20.50	1.93	5.01
BZ-114	BZ-115	2425.17	2422.82	2420.45	2418.7	2.35	1.75	56.80	7.25	153.60	1.84	0.0184	3.74	1.44	2.55	19.80	3.15	13.04
BZ-115	BZ-24	2420.45	2418.7	2415.85	2414.65	1.75	1.20	57.10	7.09	153.60	1.86	0.0187	3.87	1.44	2.57	20.20	3.13	13.00
BZ-116	BZ-17	2428.02	2426.42	2430.92	2429.52	1.60	1.40	56.95	5.44	153.60	2.30	0.0259	7.17	1.57	3.02	29.50	2.77	13.83
BZ-117	BZ-10	2443.48	2441.53	2446.47	2444.52	1.95	1.95	57.75	5.18	153.60	2.34	0.0266	7.44	1.56	3.07	30.50	2.70	13.50
BZ-118	BZ-6	2435.68	2432.88	2432.63	2430.83	2.80	1.80	57.92	3.54	153.60	2.48	0.0289	7.54	1.37	3.20	33.80	2.24	10.04
BZ-119	BZ-5	2450.9	2449.15	2447.68	2446.08	1.75	1.60	57.98	5.30	153.60	2.35	0.0268	7.62	1.58	3.07	30.70	2.73	13.88

5.4.3. Red condominial

5.4.3.1. Resultados de la asignación de caudales considerados para el cálculo

Previo al modelamiento se determinó los tres tipos de caudales a considerar en el diseño de todos los tramos y buzones considerados en el área de estudio de las cuales se pueden observar su distribución en la tabla siguiente.

La distribución realizada fue para cada tramo y buzón dando como resultado lo siguiente:

Caudal por habitante	: 13.55 L/s
Caudal por infiltración	: 1.55 L/s
Caudal por conexiones erradas	: 1.63 L/s

Haciendo un total de **16.73 L/s**. Caudal que fue utilizado en el diseño.

En la siguiente tabla también se puede observar todas las consideraciones empleadas para el cálculo del resultado final de cada tramo, como también el resultado del caudal parcial que indispensablemente se necesita en el programa sewerCad Connect Edition.

Tabla 17*Caudales de diseño del sistema condominial de alcantarillado sanitario*

CAUDALES DE DISEÑO												
CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	N° DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/dia)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-1	BZ-2	TUBERÍA MATRIZ-79	126.00	100.00	0.23	0.50	0.00427	0.00214	10.00	13.55	0.01737	0.2495
BZ-1	BZ-94	TUBERÍA MATRIZ-33	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05775	0.02887	10.00	13.55	0.01737	0.0462
BZ-3	BZ-4	TUBERÍA MATRIZ-81	131.00	100.00	0.24	0.50	0.00453	0.00226	10.00	13.55	0.01737	0.2596
BZ-3	BZ-93	TUBERÍA MATRIZ-14	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05695	0.02848	10.00	13.55	0.01737	0.0459
BZ-5	BZ-6	TUBERÍA MATRIZ-95	0.00	100.00	1.50	0.50	0.00466	0.00233	10.00	13.55	0.01737	1.5197
BZ-6	BZ-57	TUBERÍA MATRIZ-94	0.00	100.00	0.00	0.50	0.01037	0.00518	10.00	13.55	0.01737	0.0226
BZ-7	BZ-8	TUBERÍA MATRIZ-83	104.00	100.00	0.19	0.50	0.00479	0.00239	10.00	13.55	0.01737	0.2098
BZ-8	BZ-56	TUBERÍA MATRIZ-82	102.00	100.00	0.19	0.50	0.00739	0.00370	10.00	13.55	0.01737	0.2111
BZ-9	BZ-10	TUBERÍA MATRIZ-88	82.00	100.00	0.15	0.50	0.00484	0.00242	10.00	13.55	0.01737	0.1698
BZ-9	BZ-80	TUBERÍA MATRIZ-12	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04593	0.02297	10.00	13.55	0.01737	0.0403
BZ-9	BZ-11	TUBERÍA MATRIZ-11	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05505	0.02752	10.00	13.55	0.01737	0.0449
BZ-11	BZ-12	TUBERÍA MATRIZ-86	80.00	100.00	0.15	0.50	0.00487	0.00243	10.00	13.55	0.01737	0.1698
BZ-11	BZ-78	TUBERÍA MATRIZ-6	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04508	0.02254	10.00	13.55	0.01737	0.0399
BZ-13	BZ-14	TUBERÍA MATRIZ-78	123.00	100.00	0.23	0.50	0.00520	0.00260	10.00	13.55	0.01737	0.2500
BZ-13	BZ-83	TUBERÍA MATRIZ-29	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04627	0.02314	10.00	13.55	0.01737	0.0405
BZ-15	BZ-16	TUBERÍA MATRIZ-80	129.00	100.00	0.24	0.50	0.00523	0.00262	10.00	13.55	0.01737	0.2600
BZ-15	BZ-79	TUBERÍA MATRIZ-44	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04580	0.02290	10.00	13.55	0.01737	0.0403
BZ-17	BZ-18	TUBERÍA MATRIZ-91	80.00	100.00	0.15	0.50	0.00525	0.00263	10.00	13.55	0.01737	0.1700

CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	N° DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/dia)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-17	BZ-31	TUBERÍA MATRIZ-8	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05753	0.02876	10.00	13.55	0.01737	0.0461
BZ-19	BZ-20	TUBERÍA MATRIZ-66	0.00	100.00	1.50	0.50	0.00531	0.00265	10.00	13.55	0.01737	1.5200
BZ-21	BZ-22	TUBERÍA MATRIZ-65	0.00	100.00	1.50	0.50	0.00534	0.00267	10.00	13.55	0.01737	1.5200
BZ-21	BZ-84	TUBERÍA MATRIZ-23	0.00	100.00	0.00	0.50	0.06181	0.03090	10.00	13.55	0.01737	0.0483
BZ-23	BZ-24	TUBERÍA MATRIZ-76	170.00	100.00	0.31	0.50	0.00535	0.00267	10.00	13.55	0.01737	0.3300
BZ-23	BZ-75	TUBERÍA MATRIZ-35	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04086	0.02043	10.00	13.55	0.01737	0.0378
BZ-25	BZ-26	TUBERÍA MATRIZ-77	143.00	100.00	0.26	0.50	0.00539	0.00269	10.00	13.55	0.01737	0.2801
BZ-25	BZ-96	TUBERÍA MATRIZ-27	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05798	0.02899	10.00	13.55	0.01737	0.0464
BZ-27	BZ-28	TUBERÍA MATRIZ-89	94.00	100.00	0.17	0.50	0.00541	0.00270	10.00	13.55	0.01737	0.1901
BZ-27	BZ-9	TUBERÍA MATRIZ-10	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05581	0.02790	10.00	13.55	0.01737	0.0453
BZ-29	BZ-30	TUBERÍA MATRIZ-67	0.00	100.00	1.50	0.50	0.00542	0.00271	10.00	13.55	0.01737	1.5201
BZ-29	BZ-37	TUBERÍA MATRIZ-39	0.00	100.00	0.00	0.50	0.06239	0.03119	10.00	13.55	0.01737	0.0486
BZ-31	BZ-32	TUBERÍA MATRIZ-90	78.00	100.00	0.14	0.50	0.00552	0.00276	10.00	13.55	0.01737	0.1601
BZ-31	BZ-82	TUBERÍA MATRIZ-31	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04624	0.02312	10.00	13.55	0.01737	0.0405
BZ-31	BZ-27	TUBERÍA MATRIZ-9	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05645	0.02823	10.00	13.55	0.01737	0.0456
BZ-33	BZ-34	TUBERÍA MATRIZ-73	133.00	100.00	0.25	0.50	0.00552	0.00276	10.00	13.55	0.01737	0.2701
BZ-33	BZ-95	TUBERÍA MATRIZ-42	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05792	0.02896	10.00	13.55	0.01737	0.0463
BZ-35	BZ-36	TUBERÍA MATRIZ-85	0.00	100.00	1.50	0.50	0.00563	0.00282	10.00	13.55	0.01737	1.5202
BZ-35	BZ-69	TUBERÍA MATRIZ-1	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03189	0.01594	10.00	13.55	0.01737	0.0333
BZ-37	BZ-38	TUBERÍA MATRIZ-72	99.00	100.00	0.18	0.50	0.00566	0.00283	10.00	13.55	0.01737	0.2002
BZ-37	BZ-90	TUBERÍA MATRIZ-40	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04814	0.02407	10.00	13.55	0.01737	0.0414

CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	N° DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/dia)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-39	BZ-40	TUBERÍA MATRIZ-69	39.00	100.00	0.07	0.50	0.00574	0.00287	10.00	13.55	0.01737	0.0902
BZ-39	BZ-71	TUBERÍA MATRIZ-19	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03482	0.01741	10.00	13.55	0.01737	0.0348
BZ-41	BZ-42	TUBERÍA MATRIZ-74	187.00	100.00	0.35	0.50	0.00576	0.00288	10.00	13.55	0.01737	0.3703
BZ-41	BZ-76	TUBERÍA MATRIZ-16	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04439	0.02220	10.00	13.55	0.01737	0.0396
BZ-43	BZ-44	TUBERÍA MATRIZ-71	80.00	100.00	0.15	0.50	0.00578	0.00289	10.00	13.55	0.01737	0.1703
BZ-43	BZ-19	TUBERÍA MATRIZ-38	0.00	100.00	0.00	0.50	0.06246	0.03123	10.00	13.55	0.01737	0.0486
BZ-45	BZ-46	TUBERÍA MATRIZ-70	0.00	100.00	1.50	0.50	0.00590	0.00295	10.00	13.55	0.01737	1.5203
BZ-45	BZ-47	TUBERÍA MATRIZ-68	67.00	100.00	0.12	0.50	0.00616	0.00308	10.00	13.55	0.01737	0.1405
BZ-48	BZ-49	TUBERÍA MATRIZ-93	145.00	100.00	0.27	0.50	0.00623	0.00312	10.00	13.55	0.01737	0.2905
BZ-48	BZ-91	TUBERÍA MATRIZ-25	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05132	0.02566	10.00	13.55	0.01737	0.0430
BZ-50	BZ-51	TUBERÍA MATRIZ-92	39.00	100.00	0.07	0.50	0.00628	0.00314	10.00	13.55	0.01737	0.0905
BZ-50	BZ-39	TUBERÍA MATRIZ-84	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04732	0.02366	10.00	13.55	0.01737	0.0410
BZ-52	BZ-53	TUBERÍA MATRIZ-75	148.00	100.00	0.27	0.50	0.00675	0.00337	10.00	13.55	0.01737	0.2907
BZ-52	BZ-81	TUBERÍA MATRIZ-21	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04606	0.02303	10.00	13.55	0.01737	0.0404
BZ-54	BZ-55	TUBERÍA MATRIZ-87	90.00	100.00	0.17	0.50	0.00694	0.00347	10.00	13.55	0.01737	0.1908
BZ-54	BZ-11	TUBERÍA MATRIZ-5	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04663	0.02331	10.00	13.55	0.01737	0.0407
BZ-54	BZ-87	TUBERÍA MATRIZ-46	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04701	0.02350	10.00	13.55	0.01737	0.0409
BZ-57	BZ-73	TUBERÍA MATRIZ-3	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04040	0.02020	10.00	13.55	0.01737	0.0376
BZ-58	BZ-60	TUBERÍA MATRIZ-62	0.00	100.00	0.00	0.50	0.02699	0.01350	10.00	13.55	0.01737	0.0309
BZ-60	BZ-61	TUBERÍA MATRIZ-63	0.00	100.00	0.00	0.50	0.02340	0.01170	10.00	13.55	0.01737	0.0291
BZ-61	O-1	TUBERÍA MATRIZ-64	0.00	100.00	0.00	0.50	0.02180	0.01090	10.00	13.55	0.01737	0.0283

CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	Nº DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/dia)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-63	BZ-64	TUBERÍA MATRIZ-58	0.00	100.00	0.00	0.50	0.02411	0.01206	10.00	13.55	0.01737	0.0294
BZ-64	BZ-67	TUBERÍA MATRIZ-59	0.00	100.00	0.00	0.50	0.02536	0.01268	10.00	13.55	0.01737	0.0301
BZ-65	BZ-66	TUBERÍA MATRIZ-54	0.00	100.00	0.00	0.50	0.02763	0.01382	10.00	13.55	0.01737	0.0312
BZ-66	BZ-70	TUBERÍA MATRIZ-55	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03283	0.01641	10.00	13.55	0.01737	0.0338
BZ-67	BZ-58	TUBERÍA MATRIZ-60	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04423	0.02212	10.00	13.55	0.01737	0.0395
BZ-68	BZ-65	TUBERÍA MATRIZ-53	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03069	0.01535	10.00	13.55	0.01737	0.0327
BZ-69	BZ-50	TUBERÍA MATRIZ-2	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03189	0.01594	10.00	13.55	0.01737	0.0333
BZ-70	BZ-72	TUBERÍA MATRIZ-56	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03721	0.01861	10.00	13.55	0.01737	0.0360
BZ-71	BZ-52	TUBERÍA MATRIZ-20	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03482	0.01741	10.00	13.55	0.01737	0.0348
BZ-72	BZ-63	TUBERÍA MATRIZ-57	0.00	100.00	0.00	0.50	0.03653	0.01827	10.00	13.55	0.01737	0.0356
BZ-73	BZ-54	TUBERÍA MATRIZ-4	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04541	0.02271	10.00	13.55	0.01737	0.0401
BZ-74	BZ-43	TUBERÍA MATRIZ-37	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04060	0.02030	10.00	13.55	0.01737	0.0377
BZ-75	BZ-74	TUBERÍA MATRIZ-36	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04060	0.02030	10.00	13.55	0.01737	0.0377
BZ-76	BZ-77	TUBERÍA MATRIZ-17	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04490	0.02245	10.00	13.55	0.01737	0.0398
BZ-77	BZ-45	TUBERÍA MATRIZ-18	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04490	0.02245	10.00	13.55	0.01737	0.0398
BZ-78	BZ-8	TUBERÍA MATRIZ-7	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04508	0.02254	10.00	13.55	0.01737	0.0399
BZ-79	BZ-27	TUBERÍA MATRIZ-45	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04580	0.02290	10.00	13.55	0.01737	0.0403
BZ-80	BZ-3	TUBERÍA MATRIZ-13	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04593	0.02297	10.00	13.55	0.01737	0.0403
BZ-81	BZ-8	TUBERÍA MATRIZ-22	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04606	0.02303	10.00	13.55	0.01737	0.0404
BZ-82	BZ-1	TUBERÍA MATRIZ-32	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04624	0.02312	10.00	13.55	0.01737	0.0405
BZ-83	BZ-17	TUBERÍA MATRIZ-30	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04627	0.02314	10.00	13.55	0.01737	0.0405

CAUDAL POR HABITANTE						CAUDAL DE INFILTRACIÓN			CAUDAL CONEXIONES ERRADAS			CAUDAL TOTAL DE DISEÑO (L/s)
BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	TRAMO	Nº DE PERSONAS POR MANZANA	Qunit (L/Hab/dia)	APORTE POR TRAMO (L/s)	C	L (Km)	TOTAL (L/s)	%	Qmh	TOTAL (L/s)	
BZ-84	BZ-48	TUBERÍA MATRIZ-24	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04633	0.02317	10.00	13.55	0.01737	0.0405
BZ-85	BZ-68	TUBERÍA MATRIZ-52	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04648	0.02324	10.00	13.55	0.01737	0.0406
BZ-86	BZ-85	TUBERÍA MATRIZ-51	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04648	0.02324	10.00	13.55	0.01737	0.0406
BZ-87	BZ-89	TUBERÍA MATRIZ-47	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04709	0.02354	10.00	13.55	0.01737	0.0409
BZ-88	BZ-86	TUBERÍA MATRIZ-50	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04708	0.02354	10.00	13.55	0.01737	0.0409
BZ-89	BZ-92	TUBERÍA MATRIZ-48	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05668	0.02834	10.00	13.55	0.01737	0.0457
BZ-90	BZ-33	TUBERÍA MATRIZ-41	0.00	100.00	0.00	0.50	0.04814	0.02407	10.00	13.55	0.01737	0.0414
BZ-91	BZ-25	TUBERÍA MATRIZ-26	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05132	0.02566	10.00	13.55	0.01737	0.0430
BZ-92	BZ-88	TUBERÍA MATRIZ-49	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05668	0.02834	10.00	13.55	0.01737	0.0457
BZ-93	BZ-41	TUBERÍA MATRIZ-15	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05695	0.02848	10.00	13.55	0.01737	0.0459
BZ-94	BZ-23	TUBERÍA MATRIZ-34	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05775	0.02887	10.00	13.55	0.01737	0.0462
BZ-95	BZ-15	TUBERÍA MATRIZ-43	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05792	0.02896	10.00	13.55	0.01737	0.0463
BZ-96	BZ-13	TUBERÍA MATRIZ-28	0.00	100.00	0.00	0.50	0.05798	0.02899	10.00	13.55	0.01737	0.0464
R E S U L T A D O S												16.73

5.4.3.2. Resultados de velocidades de diseños obtenidos según rangos

En el siguiente gráfico se puede observar las velocidades obtenidas según rangos, en su mayoría no superan los 1.45 m/s en el área de estudio, también observamos variadas velocidades en el emisor, en general éstas no superan el máximo permitido, obteniendo un diseño altamente eficaz.

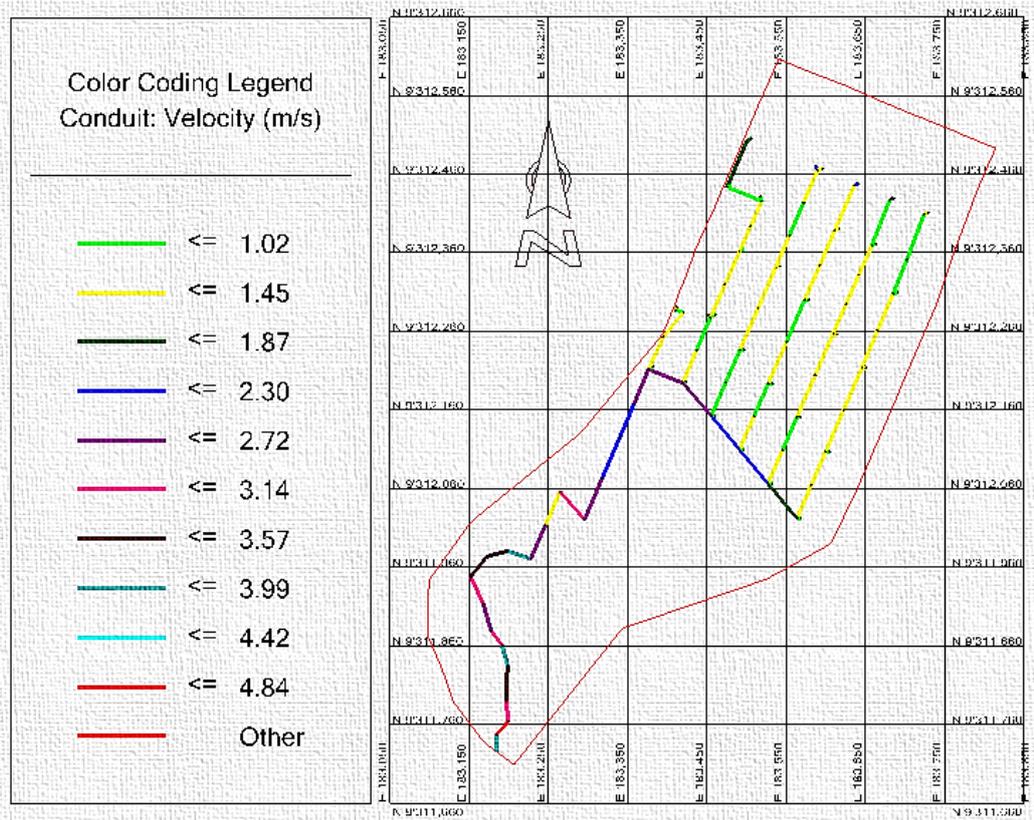


Figura 24. Velocidades de diseño en tuberías. Software: SewerCad Connect Edition

5.4.3.3. Resultados de diámetros obtenidos en el diseño.

Como se puede denotar en la figura se utilizan 2 tipos de diámetros según el resultado del cálculo, estos diámetros cumplen eficazmente todas las condiciones hidráulicas establecidas.

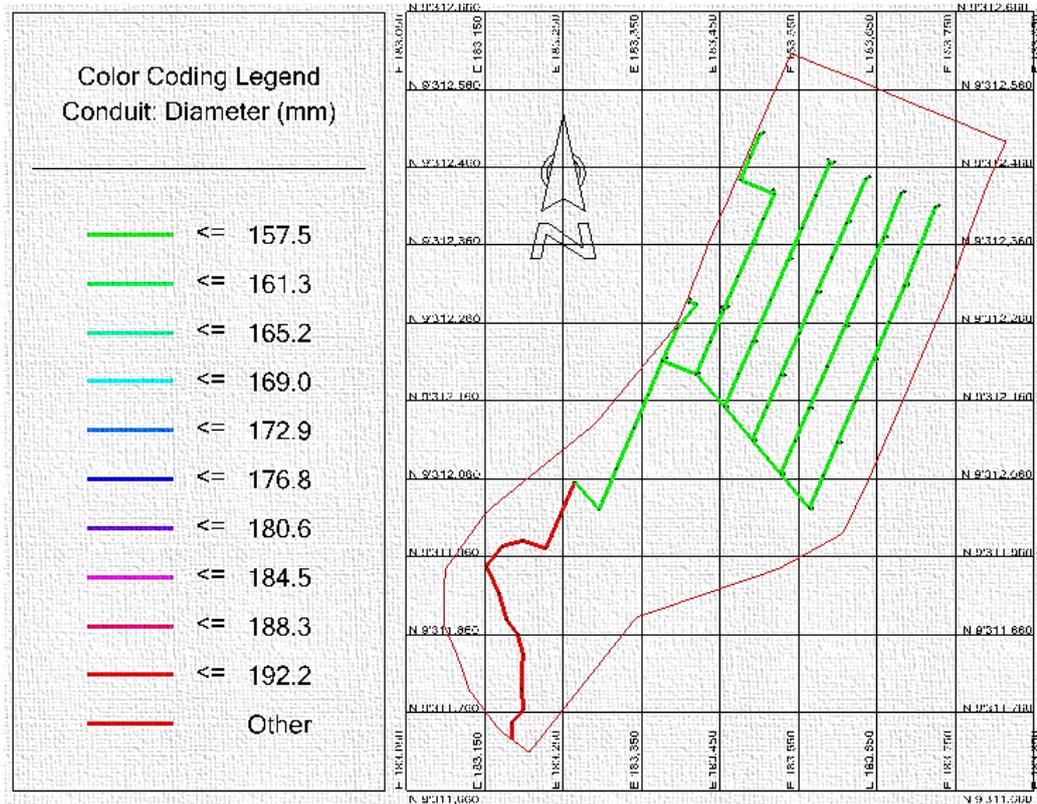


Figura 25. Diámetros de diseño. Software: SewerCad Connect Edition

5.4.3.4. Resultados de tensión tractiva obtenidas en el diseño

En la figura se presenta los distintos resultados de tensión tractiva por color de cada tramo por intervalos, en la gran mayoría representan tensiones menos de 33 Pa. ubicados en la zona de estudio, la cual aumenta hasta llegar a la descarga.

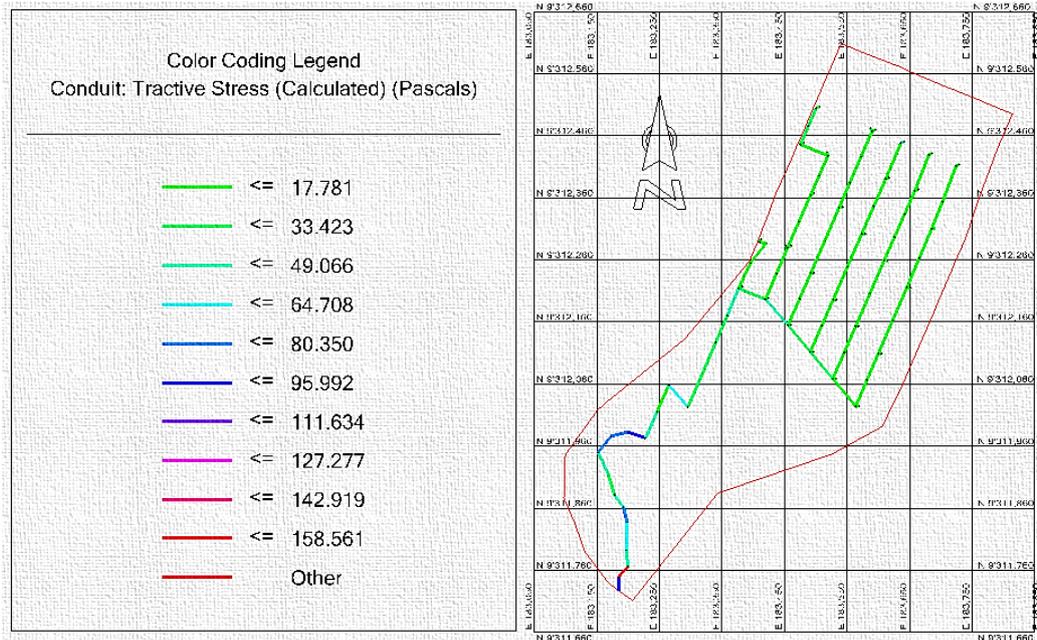


Figura 26. Tensión tractiva. Software: SewerCad Connect Edition

En el gráfico siguiente se observan las características hidráulicas de uno de los tramos de la red. De donde en todos los tramos el tipo de flujo obtenido es el supercrítico ya que el número de Froude es mayor a uno.



Figura 27. Características hidráulicas. Software: H Canales

5.4.3.5.Resultados de las características hidráulicas obtenidas.

En la tabla se respresenta todas las características elementales obtenidas del programa SewerCad Connect Edition, como tambien las cotas de los buzones y alturas respectivas.

Se puede observar en la columna velocidad que todas estan dentro del rango permitido, no superando la velocidad máxima estabecida, dando lugar a un diseño altamente eficiente.

Según reglamento Nacional de Edificaciones OS. 070 Redes de Aguas Residuales la velocidad crítica será siempre mayor a la velocidad calculada, en nuestros resultados observamos que en algunos tramos no cumple, en éstos casos el reglamento establece que el tirante de la sección utilizada (circular) represente como máximo el 50% de la capacidad total de la tubería, donde observamos que cumple con ese requisito.

En la columna número de Froude se observa que en todos los tramos el valor es mayor a uno lo que indica que el tipo de flujo es Supercrítico ya que contamos con profundidades pequeñas y pendientes elevadas según topografía estudiada.

La tensión tractiva en todos los tramos superan el un Pascal establecida por el Reglamento, garantizando el arrastre de materiales que se encuentren depositados en el fondo y por ende la autolimpieza del mismo.

Tabla 18

Resultados del cálculo hidráulico

BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	COTA DE BUZONES				PROFUNDIDAD		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO ϕ (mm)	ÁNGULO TETA θ (Radianes)	RADIO HIDRÁULICO (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	Do / D (%)	NÚMERO DE FROUDE	TENSIÓN TRACTIVA (Pascuales)
		COTA DE TAPA (Inicio)	COTA DE FONDO (Inicio)	COTA DE TAPA (Fin)	COTA DE FONDO (Fin)	INICIAL	FINAL											
BZ-1	BZ-2	2440.48	2438.78	2440.95	2439.95	1.70	1.00	4.27	27.38	153.60	0.81	0.0040	0.25	1.00	1.19	4.00	4.98	10.80
BZ-1	BZ-94	2440.48	2438.78	2443.48	2441.78	1.70	1.70	57.75	5.20	153.60	1.69	0.0158	2.27	1.11	2.36	16.80	2.64	8.06
BZ-3	BZ-4	2424.66	2423.36	2425.30	2424.30	1.30	1.00	4.53	20.75	153.60	0.84	0.0043	0.26	0.94	1.23	4.30	4.49	8.78
BZ-3	BZ-93	2424.66	2423.36	2428.02	2426.82	1.30	1.20	56.95	6.15	153.60	1.65	0.0151	2.24	1.17	2.31	16.00	2.86	9.14
BZ-5	BZ-6	2416.30	2415.30	2415.87	2414.67	1.00	1.20	4.66	13.53	153.60	1.35	0.0107	1.52	1.37	1.94	11.00	4.08	14.16
BZ-6	BZ-57	2415.87	2414.67	2415.85	2414.50	1.20	1.35	10.37	1.64	153.60	1.77	0.0172	1.54	0.66	2.46	18.40	1.50	2.76
BZ-7	BZ-8	2417.96	2416.96	2418.13	2416.48	1.00	1.65	4.79	9.93	153.60	0.87	0.0047	0.21	0.67	1.29	4.70	3.05	4.57
BZ-8	BZ-56	2418.13	2416.48	2418.84	2417.84	1.65	1.00	7.39	18.34	153.60	0.82	0.0041	0.21	0.82	1.21	4.10	4.06	7.36
BZ-9	BZ-10	2422.44	2420.59	2422.80	2421.80	1.85	1.00	4.84	25.07	153.60	0.74	0.0034	0.17	0.88	1.10	3.40	4.79	8.33
BZ-9	BZ-80	2422.44	2420.59	2423.30	2421.95	1.85	1.35	45.93	2.97	153.60	1.88	0.0189	2.58	0.94	2.59	20.50	2.03	5.52
BZ-9	BZ-11	2422.44	2420.59	2413.87	2412.22	1.85	1.65	55.05	15.20	153.60	2.26	0.0252	11.30	2.58	2.99	28.60	4.65	37.59
BZ-11	BZ-12	2413.87	2412.22	2413.95	2412.95	1.65	1.00	4.87	15.00	153.60	0.78	0.0038	0.17	0.73	1.16	3.80	3.71	5.65
BZ-11	BZ-78	2413.87	2412.22	2416.80	2415.15	1.65	1.65	45.08	6.50	153.60	1.73	0.0164	2.75	1.27	2.41	17.50	2.96	10.44
BZ-13	BZ-14	2447.68	2446.43	2448.47	2447.47	1.25	1.00	5.20	19.99	153.60	0.84	0.0043	0.25	0.92	1.23	4.30	4.41	8.37
BZ-13	BZ-83	2447.68	2446.43	2445.34	2444.04	1.25	1.30	46.27	5.17	153.60	1.76	0.0170	2.65	1.15	2.45	18.20	2.64	8.60
BZ-15	BZ-16	2432.63	2431.23	2432.98	2431.98	1.40	1.00	5.23	14.34	153.60	0.87	0.0047	0.26	0.83	1.29	4.70	3.79	6.60
BZ-15	BZ-79	2432.63	2431.23	2431.08	2429.58	1.40	1.50	45.80	3.60	153.60	1.82	0.0180	2.51	1.00	2.52	19.40	2.21	6.36
BZ-17	BZ-18	2442.06	2440.66	2442.72	2441.72	1.40	1.00	5.25	20.18	153.60	0.76	0.0036	0.17	0.81	1.13	3.60	4.25	7.12
BZ-17	BZ-31	2442.06	2440.66	2436.65	2435.05	1.40	1.60	57.53	9.75	153.60	1.66	0.0154	2.91	1.48	2.33	16.30	3.61	14.68
BZ-19	BZ-20	2454.96	2453.61	2455.55	2454.55	1.35	1.00	5.31	17.71	153.60	1.31	0.0100	1.52	1.51	1.88	10.30	4.63	17.44
BZ-21	BZ-22	2463.24	2462.04	2463.84	2462.84	1.20	1.00	5.34	14.99	153.60	1.33	0.0104	1.52	1.42	1.92	10.70	4.28	15.33
BZ-21	BZ-84	2463.24	2462.04	2461.21	2459.86	1.20	1.35	61.81	3.53	153.60	1.61	0.0146	1.57	0.86	2.27	15.40	2.16	5.06
BZ-23	BZ-24	2446.47	2444.77	2447.51	2446.51	1.70	1.00	5.34	32.55	153.60	0.84	0.0043	0.33	1.18	1.23	4.30	5.62	13.87
BZ-23	BZ-75	2446.47	2444.77	2448.31	2446.81	1.70	1.50	40.86	4.99	153.60	1.61	0.0146	1.85	1.03	2.27	15.40	2.57	7.14
BZ-25	BZ-26	2454.25	2452.60	2455.09	2454.09	1.65	1.00	5.39	27.67	153.60	0.82	0.0041	0.28	1.07	1.21	4.10	5.20	11.30
BZ-25	BZ-96	2454.25	2452.60	2450.90	2449.55	1.65	1.35	57.98	5.26	153.60	1.69	0.0159	2.31	1.12	2.37	16.90	2.66	8.20
BZ-27	BZ-28	2429.44	2427.74	2429.91	2428.91	1.70	1.00	5.41	21.63	153.60	0.77	0.0037	0.19	0.86	1.15	3.70	4.43	7.90

BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	COTA DE BUZONES				PROFUNDIDAD		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO ϕ (mm)	ÁNGULO TETA θ (Radianes)	RADIO HIDRÁULICO (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	Do / D (%)	NÚMERO DE FROUDE	TENSIÓN TRACTIVA (Pascals)
		COTA DE TAPA (Inicio)	COTA DE FONDO (Inicio)	COTA DE TAPA (Fin)	COTA DE FONDO (Fin)	INICIAL	FINAL											
BZ-27	BZ-9	2429.44	2427.74	2422.44	2420.59	1.70	1.85	55.81	12.82	153.60	2.14	0.0232	8.51	2.24	2.86	25.90	4.25	29.13
BZ-29	BZ-30	2449.36	2446.76	2450.18	2449.18	2.60	1.00	5.42	44.62	153.60	1.17	0.0082	1.52	2.09	1.70	8.30	7.19	35.54
BZ-29	BZ-37	2449.36	2446.76	2445.46	2442.86	2.60	2.60	62.38	6.25	153.60	1.50	0.0129	1.57	1.06	2.13	13.40	2.84	7.89
BZ-31	BZ-32	2436.65	2435.05	2437.42	2436.42	1.60	1.00	5.52	24.83	153.60	0.73	0.0033	0.16	0.87	1.08	3.30	4.77	8.03
BZ-31	BZ-82	2436.65	2435.05	2438.68	2437.18	1.60	1.50	46.24	4.61	153.60	1.78	0.0173	2.61	1.11	2.47	18.50	2.51	7.79
BZ-31	BZ-27	2436.65	2435.05	2429.44	2427.74	1.60	1.70	56.45	12.95	153.60	1.91	0.0194	5.72	2.00	2.62	21.10	4.24	24.69
BZ-33	BZ-34	2438.45	2436.70	2438.70	2437.70	1.75	1.00	5.52	18.11	153.60	0.86	0.0045	0.27	0.90	1.26	4.50	4.20	8.07
BZ-33	BZ-95	2438.45	2436.70	2435.68	2434.28	1.75	1.40	57.92	4.18	153.60	1.72	0.0163	2.17	1.01	2.40	17.30	2.38	6.66
BZ-35	BZ-36	2444.55	2443.20	2445.21	2444.21	1.35	1.00	5.63	17.94	153.60	1.31	0.0100	1.52	1.51	1.88	10.30	4.66	17.61
BZ-35	BZ-69	2444.55	2443.20	2438.37	2436.72	1.35	1.65	31.89	20.31	153.60	1.29	0.0098	1.55	1.59	1.87	10.10	4.95	19.58
BZ-37	BZ-38	2445.46	2442.86	2446.15	2445.15	2.60	1.00	5.66	40.45	153.60	0.72	0.0032	0.20	1.10	1.07	3.20	6.09	12.95
BZ-37	BZ-90	2445.46	2442.86	2441.14	2439.34	2.60	1.80	48.14	7.31	153.60	1.52	0.0132	1.81	1.17	2.16	13.80	3.09	9.47
BZ-39	BZ-40	2432.59	2429.89	2433.50	2432.50	2.70	1.00	5.74	45.51	153.60	0.60	0.0022	0.09	0.91	0.89	2.20	6.14	9.79
BZ-39	BZ-71	2432.59	2429.89	2429.21	2427.86	2.70	1.35	34.82	5.83	153.60	1.58	0.0141	1.84	1.08	2.23	14.80	2.76	8.04
BZ-41	BZ-42	2430.92	2429.52	2431.74	2430.74	1.40	1.00	5.76	21.19	153.60	0.91	0.0051	0.37	1.04	1.34	5.10	4.60	10.54
BZ-41	BZ-76	2430.92	2429.52	2435.81	2434.41	1.40	1.40	44.39	11.02	153.60	1.44	0.0120	1.78	1.34	2.05	12.40	3.74	12.94
BZ-43	BZ-44	2453.14	2451.89	2453.77	2452.77	1.25	1.00	5.78	15.23	153.60	0.78	0.0038	0.17	0.73	1.16	3.80	3.74	5.73
BZ-43	BZ-19	2453.14	2451.89	2454.96	2453.61	1.25	1.35	62.46	2.75	153.60	1.67	0.0155	1.57	0.79	2.34	16.40	1.92	4.17
BZ-45	BZ-46	2440.98	2438.28	2441.36	2440.36	2.70	1.00	5.90	35.23	153.60	1.20	0.0085	1.52	1.92	1.74	8.70	6.41	29.66
BZ-45	BZ-47	2440.98	2438.28	2442.24	2441.24	2.70	1.00	6.16	48.07	153.60	0.66	0.0027	0.14	1.04	0.98	2.70	6.34	12.66
BZ-48	BZ-49	2460.57	2459.27	2461.68	2460.68	1.30	1.00	6.23	22.63	153.60	0.86	0.0045	0.29	1.00	1.26	4.50	4.69	9.91
BZ-48	BZ-91	2460.57	2459.27	2458.03	2456.23	1.30	1.80	51.32	5.92	153.60	1.60	0.0144	1.94	1.11	2.25	15.10	2.79	8.33
BZ-50	BZ-51	2432.06	2430.41	2432.84	2431.84	1.65	1.00	6.28	22.70	153.60	0.65	0.0026	0.09	0.70	0.96	2.60	4.35	5.80
BZ-50	BZ-39	2432.06	2430.41	2432.59	2429.89	1.65	2.70	47.32	1.11	153.60	1.92	0.0197	1.72	0.60	2.64	21.40	1.24	2.14
BZ-52	BZ-53	2426.18	2424.83	2427.30	2426.30	1.35	1.00	6.75	21.79	153.60	0.86	0.0045	0.29	0.98	1.26	4.50	4.60	9.63
BZ-52	BZ-81	2426.18	2424.83	2422.14	2420.89	1.35	1.25	46.06	8.55	153.60	1.57	0.0140	2.21	1.30	2.22	14.70	3.34	11.75
BZ-54	BZ-55	2408.69	2407.14	2409.49	2408.49	1.55	1.00	6.94	19.52	153.60	0.78	0.0038	0.19	0.83	1.16	3.80	4.23	7.31
BZ-54	BZ-11	2408.69	2407.14	2413.87	2412.22	1.55	1.65	46.63	10.91	153.60	2.54	0.0299	14.26	2.44	3.25	35.30	3.91	31.96
BZ-54	BZ-87	2408.69	2407.14	2403.08	2401.65	1.55	1.43	47.01	11.66	153.60	2.61	0.0310	16.12	2.59	3.31	36.90	4.05	35.39

BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	COTA DE BUZONES				PROFUNDIDAD		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO ϕ (mm)	ÁNGULO TETA θ (Radianes)	RADIO HIDRÁULICO (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	Do / D (%)	NÚMERO DE FROUDE	TENSIÓN TRACTIVA (Pascals)
		COTA DE TAPA (Inicio)	COTA DE FONDO (Inicio)	COTA DE TAPA (Fin)	COTA DE FONDO (Fin)	INICIAL	FINAL											
BZ-57	BZ-73	2415.85	2414.50	2412.28	2411.08	1.35	1.20	40.40	8.46	153.60	1.45	0.0120	1.58	1.18	2.06	12.50	3.28	9.99
BZ-58	BZ-60	2317.01	2315.61	2312.41	2311.11	1.40	1.30	26.99	16.67	192.20	2.10	0.0283	16.67	2.92	3.16	25.10	5.03	46.25
BZ-60	BZ-61	2312.41	2309.41	2293.00	2290.50	3.00	2.50	23.40	80.80	192.20	1.70	0.0200	16.70	5.00	2.66	17.00	10.83	158.56
BZ-61	E-01	2293.00	2290.50	2283.78	2282.33	2.50	1.45	21.80	37.38	192.20	1.88	0.0238	16.73	3.89	2.90	20.60	7.46	87.08
BZ-63	BZ-64	2339.00	2337.80	2336.00	2334.20	1.20	1.80	24.11	14.93	192.20	2.13	0.0290	16.57	2.80	3.20	25.80	4.77	42.31
BZ-64	BZ-67	2336.00	2334.20	2327.49	2325.64	1.80	1.85	25.36	33.75	192.20	1.90	0.0242	16.60	3.74	2.92	21.00	7.10	80.14
BZ-65	BZ-66	2365.00	2363.35	2357.00	2355.80	1.65	1.20	27.63	27.32	192.20	1.95	0.0252	16.43	3.46	2.98	22.00	6.41	67.64
BZ-66	BZ-70	2357.00	2355.80	2349.01	2347.26	1.20	1.75	32.83	26.01	192.20	1.97	0.0255	16.47	3.40	3.00	22.30	6.26	65.15
BZ-67	BZ-58	2327.49	2325.64	2317.01	2315.61	1.85	1.40	44.23	22.68	192.20	2.01	0.0264	16.64	3.26	3.05	23.20	5.86	58.75
BZ-68	BZ-65	2376.99	2375.24	2365.00	2363.35	1.75	1.65	30.69	38.74	192.20	1.86	0.0234	16.40	3.91	2.87	20.20	7.59	88.77
BZ-69	BZ-50	2438.37	2436.72	2432.06	2430.41	1.65	1.65	31.89	19.78	153.60	1.31	0.0100	1.59	1.59	1.88	10.30	4.89	19.37
BZ-70	BZ-72	2349.01	2347.26	2343.01	2341.26	1.75	1.75	37.21	16.13	192.20	2.10	0.0284	16.50	2.88	3.17	25.20	4.95	44.88
BZ-71	BZ-52	2429.21	2427.86	2426.18	2424.83	1.35	1.35	34.82	8.70	153.60	1.50	0.0129	1.88	1.25	2.14	13.50	3.35	11.05
BZ-72	BZ-63	2343.01	2341.26	2339.00	2337.80	1.75	1.20	36.53	9.47	192.20	2.27	0.0319	16.54	2.38	3.35	28.90	3.81	29.53
BZ-73	BZ-54	2412.28	2411.08	2408.69	2407.14	1.20	1.55	45.41	8.70	153.60	1.45	0.0121	1.62	1.20	2.07	12.60	3.33	10.33
BZ-74	BZ-43	2450.83	2449.33	2453.14	2451.89	1.50	1.25	40.60	6.31	153.60	1.55	0.0136	1.78	1.10	2.19	14.20	2.87	8.39
BZ-75	BZ-74	2448.31	2446.81	2450.83	2449.33	1.50	1.50	40.60	6.21	153.60	1.56	0.0137	1.81	1.11	2.20	14.40	2.86	8.35
BZ-76	BZ-77	2435.81	2434.41	2438.24	2435.59	1.40	2.65	44.90	2.63	153.60	1.72	0.0163	1.74	0.80	2.40	17.40	1.88	4.21
BZ-77	BZ-45	2438.24	2435.59	2440.98	2438.28	2.65	2.70	44.90	5.99	153.60	1.54	0.0135	1.70	1.07	2.18	14.10	2.80	7.90
BZ-78	BZ-8	2416.80	2415.15	2418.13	2416.48	1.65	1.65	45.08	2.96	153.60	1.90	0.0193	2.71	0.96	2.61	21.00	2.03	5.62
BZ-79	BZ-27	2431.08	2429.58	2429.44	2427.74	1.50	1.70	45.80	4.02	153.60	1.80	0.0176	2.56	1.05	2.49	18.90	2.35	6.95
BZ-80	BZ-3	2423.30	2421.95	2424.66	2423.36	1.35	1.30	45.93	3.07	153.60	1.86	0.0187	2.54	0.95	2.57	20.20	2.06	5.62
BZ-81	BZ-8	2422.14	2420.89	2418.13	2416.48	1.25	1.65	46.06	9.56	153.60	1.56	0.0137	2.25	1.37	2.20	14.40	3.55	12.86
BZ-82	BZ-1	2438.68	2437.18	2440.48	2438.78	1.50	1.70	46.24	3.46	153.60	1.84	0.0183	2.56	0.99	2.54	19.70	2.18	6.21
BZ-83	BZ-17	2445.34	2444.04	2442.06	2440.66	1.30	1.40	46.27	7.30	153.60	1.69	0.0158	2.69	1.31	2.36	16.80	3.13	11.32
BZ-84	BZ-48	2461.21	2459.86	2460.57	2459.27	1.35	1.30	46.33	1.27	153.60	1.85	0.0185	1.61	0.61	2.56	20.00	1.32	2.32
BZ-85	BZ-68	2381.96	2380.76	2376.99	2375.24	1.20	1.75	46.48	11.88	192.20	2.19	0.0303	16.37	2.57	3.27	27.20	4.25	35.19
BZ-86	BZ-85	2382.48	2381.28	2381.96	2380.76	1.20	1.20	46.48	1.12	192.20	3.20	0.0489	16.33	1.09	4.16	51.40	1.24	5.36
BZ-87	BZ-89	2403.08	2401.53	2400.15	2398.90	1.55	1.25	47.09	5.85	153.60	2.93	0.0356	16.16	2.02	3.55	44.70	2.81	20.42

BUZÓN AGUAS ARRIBA	BUZÓN AGUAS ABAJO	COTA DE BUZONES				PROFUNDIDAD		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO ϕ (mm)	ÁNGULO TETA θ (Radianes)	RADIO HIDRÁULICO (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	Do / D (%)	NÚMERO DE FROUDE	TENSIÓN TRACTIVA (Pascals)
		COTA DE TAPA (Inicio)	COTA DE FONDO (Inicio)	COTA DE TAPA (Fin)	COTA DE FONDO (Fin)	INICIAL	FINAL											
BZ-88	BZ-86	2391.33	2390.13	2382.48	2381.28	1.20	1.20	47.08	18.80	153.60	2.43	0.0282	16.29	3.09	3.15	32.70	5.16	51.91
BZ-89	BZ-92	2400.15	2398.90	2397.06	2395.86	1.25	1.20	56.68	5.36	153.60	2.98	0.0363	16.20	1.95	3.58	45.90	2.68	19.07
BZ-90	BZ-33	2441.14	2439.34	2438.45	2436.70	1.80	1.75	48.14	5.48	153.60	1.59	0.0143	1.85	1.06	2.24	15.00	2.68	7.68
BZ-91	BZ-25	2458.03	2456.23	2454.25	2452.60	1.80	1.65	51.32	7.07	153.60	1.57	0.0139	1.99	1.18	2.22	14.60	3.03	9.67
BZ-92	BZ-88	2397.06	2395.86	2391.33	2390.13	1.20	1.20	56.68	10.11	153.60	2.68	0.0320	16.25	2.47	3.36	38.50	3.76	31.70
BZ-93	BZ-41	2428.02	2426.86	2430.92	2429.52	1.16	1.40	56.95	4.67	153.60	1.70	0.0160	2.20	1.05	2.38	17.00	2.51	7.30
BZ-94	BZ-23	2443.48	2441.78	2446.47	2444.77	1.70	1.70	57.75	5.18	153.60	1.68	0.0157	2.23	1.10	2.36	16.70	2.64	7.97
BZ-95	BZ-15	2435.68	2434.28	2432.63	2431.23	1.40	1.40	57.92	5.27	153.60	1.67	0.0156	2.21	1.10	2.34	16.50	2.65	8.06
BZ-96	BZ-13	2450.90	2449.55	2447.68	2446.43	1.35	1.25	57.98	5.38	153.60	1.70	0.0160	2.36	1.13	2.38	17.00	2.69	8.42

5.4.4. Eficiencia hidráulica.

Para realizar la comparación de eficiencia hidráulica se analizó los datos calculados para cada sistema diseñado, de dónde el parámetro más determinante es el tirante de agua calculado, por lo cual la sección de máxima eficiencia hidráulica viene dado por:

$$RADIO\ HIDRÁULICO\ (R) = \frac{1}{2}y$$

Con esta condición se evalúa el tirante de máxima eficiencia hidráulica con el tirante calculado que a continuación se presenta:

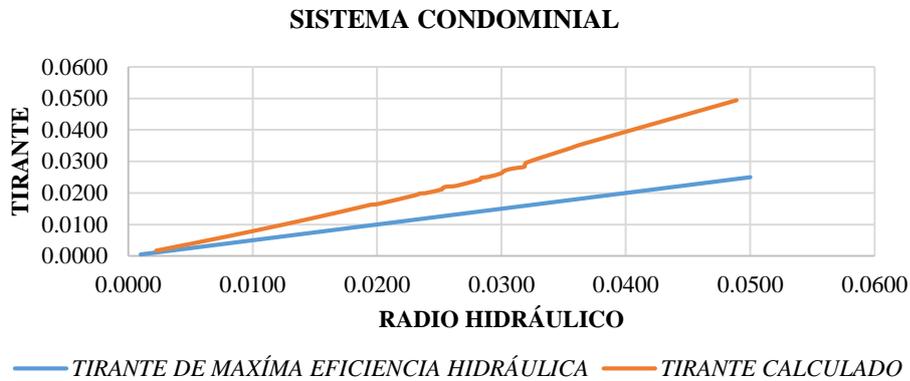


Figura 28. Eficiencia hidráulica del tirante calculado.

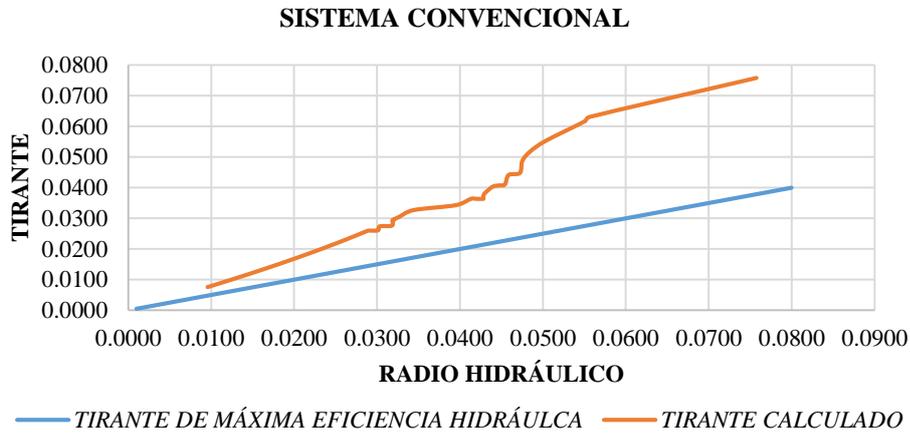


Figura 29. Eficiencia hidráulica del tirante calculado.

En estos gráficos observamos que para el sistema condominial el tirante de máxima eficiencia hidráulica y el tirante calculado aumentan de manera progresiva y constantemente, mientras que para el convencional cada vez se aleja más, cabe resaltar que el diámetro utilizado en el sistema condominial son

menores al del convencional garantizando aún más la eficiencia hidráulica con respecto al área, perímetro mojado, lámina de agua y el mismo tirante.

5.5. Comparación técnica – económico, convencional vs condominial de los sistemas de alcantarillado para el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre.

5.5.1. Parámetros de comparación

Tabla 19

Comparación de consideraciones técnicas de cada sistema de alcantarillado sanitario

CONSIDERACIONES TÉCNICAS		
TÉRMINO DE COMPARACIÓN	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA CONDOMINIAL
Criterios de diseño	Utilizan criterios de diseño muy rígidos y ambiguos.	Utilizan criterios de menor compljidad.
Periodo de diseño	Habitualmente y por recomendación del R.N.E. se diseña para un periodo de 20 años.	Habitualmente y por recomendación del R.N.E. se diseña para un periodo de 20 años.
Proceso constructivo	Proceso constructivo tedioso.	Proceso constructivo practico.
Profundidad de los colectores	Los colectores son instalados a grandes profundidades, siendo la mínima de 1m.	Los colectores son instalados a profundidades mínimas, debido a que no es necesario protegerlo del peso de <u>vehículos</u> .
Diámetro de tubería utilizada en los colectores	Los colectores son generalmente de 200mm, siendo excepcionales los de 160mm.	Se utiliza diámetros pequeños de 100 y 110mm.
Capacidad de conducción de la red colectora	Al utilizar tuberías de mayor diámetro tiene una gran capacidad de conducción.	La capacidad de conducción se limita a solo a un condominio o manzana.
Continuidad del servicio	Menor exposición a los atoros por que el sistema incluye el concepto de velocidad de arrastre.	Mayor exposición a presentar atoros.

El sistema condominial es muy ventajoso en la comparación técnica realizada, generando una gran expectativa para su uso, aplicación y funcionamiento.

Tabla 20*Comparación económica de los sistemas de alcantarillado sanitario*

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS		
TÉRMINO DE COMPARACIÓN	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA CONDOMINIAL
Tiempo de construcción	Debido a la mayor cantidad de excavación, los términos de construcción son mas prolongados.	Periodos de tiempo para su construcción relativamente cortos.
Mano de obra calificada	Requiere de mayor personal capacitado para la instalación de tuberías y buzones.	Requiere de menor personal capacitado, mano de obra menos experta.
Cantidad de elementos de inspección (buzones, buzonetras)	Gran cantidad de buzones profundos con costos de construcción elevados.	Menor cantidad de buzones de poca profundidad.
Movimiento de tierras	Demanda excavaciones profundas que incrementan notablemente los costos de construcción.	Las excavaciones son menos profundas y de menor amplitud.
Operación y mantenimiento	A cargo de una entidad administradora, municipalidad, empresa.	Es un compromiso de la comunidad.

El sistema condominial prevalece en la comparación económica realizada, lo que indica que es más ventajosa implementar este tipo de sistema.

Tabla 21*Comparación de consideraciones sociales de cada sistema de alcantarillado sanitario*

CONSIDERACIONES SOCIALES		
TÉRMINO DE COMPARACIÓN	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA CONDOMINIAL
Accesibilidad de las viviendas	Las viviendas situadas a cotas inferiores de la calle tienen dificultad para descargar sus aguas residuales.	Garantiza la recolección de todas las viviendas, ya que el sistema se adapta a cualquier ámbito.
Derecho de paso y autorización para la instalación	No presenta ningún problema ya que la instalación de las redes es en calles, avenidas de uso público.	Se requiere permiso del propietario para el tendido de la red condominial si es que fuese un ramal interior.
Participación e integración comunitaria	No considera la participación de la comunidad.	Promueve la participación e integración comunitaria.
Degradación de los recursos naturales	Mayor impacto ambiental por utilizar gran cantidad de maquinaria pesada generando contaminación por polvo, considera D.M.E.	Menor impacto ambiental, no se requiere de gran cantidad de maquinaria pesada, poco excedente de excavaciones.

El sistema condominial destaca en la comparación social realizada, ya que este sistema compromete a la población para el buen uso del servicio como también para su instalación.

Al finalizar la evaluación de todos los términos de comparación se obtiene una ventaja marcada tanto técnica, económica y social para el sistema condominial.

5.5.2. Comparación económica de los sistemas.

5.5.2.1. Sistema convencional

Tabla 22

Presupuesto sistema convencional

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	RED MATRIZ DE ALCANTARILLADO SANITARIO				2,225,265.65
01.01	OBRAS PRELIMINARES				60,303.03
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	11,240.08	0.58	6,519.25
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m	5,620.04	9.57	53,783.78
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,416,342.96
01.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS C/MAQUINA EN TERRENO NORMAL HASTA 1.50M	m	1,125.08	9.48	10,665.76
01.02.02	EXCAVACION DE ZANJAS C/MAQUINA EN TERRENO NORMAL DE 1.50M HASTA 2.50M	m	3,928.74	11.06	43,451.86
01.02.03	EXCAVACION DE ZANJAS C/MAQUINA EN TERRENO NORMAL DESDE 2.50M HASTA 3.50M	m	452.59	14.74	6,671.18
01.02.04	EXCAVACION DE ZANJAS C/MAQUINA EN TERRENO NORMAL DESDE 3.50M A MÁS	m	113.63	17.70	2,011.25
01.02.05	REFINE DE PAREDES Y COMPACTACION DE FONDOS.	m2	27,538.20	17.66	486,324.61
01.02.06	CAMA DE APOYO APISONADO CON ARENA E=0.10M	m	5,620.04	9.05	50,861.36
01.02.07	RELLENO APISONADO MANUALMENTE CON ARENA H=0.30M	m	5,620.04	26.33	147,975.65
01.02.08	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	7,376.30	79.18	584,055.43
01.02.09	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO D=2KM	m3	2,950.52	28.58	84,325.86
01.03	APUNTALAMIENTO PARA PROTECCIÓN DE ZANJAS CON MADERA				514,942.62
01.03.01	ENTIBADO DE ZANJAS CON MADERA e=1"	m2	8,989.92	57.28	514,942.62
01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				173,168.27
01.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D= 160 mm U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	4,923.98	25.34	124,773.65
01.04.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D= 200 mm U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	254.54	39.57	10,072.15
01.04.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D= 315 mm U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	384.77	83.37	32,078.27
01.04.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D= 355 mm U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	56.75	110.03	6,244.20
01.05	PRUEBA HIDRAULICA				60,508.77
01.05.01	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA TAPADA P/ TUBERIA PVC D=160mm. U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	4,923.98	10.39	51,160.15
01.05.02	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA TAPADA P/ TUBERIA PVC D=200mm. U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	254.54	11.96	3,044.30
01.05.03	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA TAPADA P/ TUBERIA PVC D=315mm. U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	384.77	14.10	5,425.26
01.05.04	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA TAPADA P/ TUBERIA PVC D=355mm. U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	56.75	15.49	879.06
02	BUZONES CONVENCIONALES				289,783.36
02.01	OBRAS PRELIMINARES				1,334.52
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	131.48	0.58	76.26
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	131.48	9.57	1,258.26
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				21,416.43
02.02.01	EXCAVACION CON MÁQUINA PARA BUZONES EN TERRENO NORMAL.	m3	231.40	47.11	10,901.25
02.02.02	REFINE DE PAREDES Y COMPACTACION DE FONDOS	m2	771.32	1.79	1,380.66
02.02.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DMAX=50M	m3	289.25	31.58	9,134.52

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.03	CONCRETO SIMPLE				70,143.18
02.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN LOSA DE FONDO.	m3	19.45	503.57	9,794.44
02.03.02	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 EN MEDIA CAÑA	m3	9.46	368.17	3,482.89
02.03.03	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA DADOS DE ANCLAJE	m3	12.38	390.67	4,836.49
02.03.04	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESTRUCTURAS DE MUROS.	m3	97.26	503.57	48,977.22
02.03.05	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CON CIMBRAS METÁLICAS D=1.20M	m2	86.00	35.49	3,052.14
02.04	CONCRETO ARMADO				10,736.72
02.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	1.58	503.57	795.64
02.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CON CIMBRAS METÁLICAS D=1.20M	m2	7.92	35.49	281.08
02.04.03	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	kg	1,400.00	6.90	9,660.00
02.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				11,700.22
02.05.01	TARRAJEO INTERIOR C/MORTERO 1:5 , E=1.5 CM.	m2	420.72	27.81	11,700.22
02.06	TAPAS DE CONCRETO P/BUZON				85,141.94
02.06.01	TAPA DE CONCRETO PREFABRICADA + INSCRIPCIÓN P/BUZON D=0.60 m.	GLB	93.00	100.00	9,300.00
02.06.02	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 EN TAPAS PARA BUZON	m3	15.78	503.57	7,946.33
02.06.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CON ENCOFRADO METÁLICO	m2	1,262.17	35.49	44,794.41
02.06.04	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	kg	3,348.00	6.90	23,101.20
02.07	CARPINTERÍA METÁLICA Y HERRERÍA				82,270.59
02.07.01	MARCO DE F°F° D=0.60M	und	93.00	384.63	35,770.59
02.07.02	ESCALERA DE FIERRO GALVANIZADO 3/4"	und	93.00	500.00	46,500.00
02.08	CAÍDA ESPECIAL				7,039.76
02.08.01	CAIDA ESPECIAL MÁS ACCESORIOS	und	14.00	502.84	7,039.76
03	CONEXIONES CONDOMINIALES DE ALCANTARILLADO.				415,508.28
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				17,782.80
03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	1,752.00	0.58	1,016.16
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1,752.00	9.57	16,766.64
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				211,527.30
03.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS EN TERRENO NORMAL	m3	1,616.22	36.09	58,329.38
03.02.02	REFINE DE PAREDES Y COMPACTACION DE FONDOS	m2	5,256.00	1.79	9,408.24
03.02.03	CAMA DE APOYO CON ARENA E=0.10M	m	1,752.00	9.05	15,855.60
03.02.04	CAMA DE ARENA EN CLAVE DE TUBO E=0.20 m.	m	1,752.00	11.13	19,499.76
03.02.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	1,103.76	79.18	87,395.72
03.02.06	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DMAX=50M	m3	666.20	31.58	21,038.60
03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				88,362.12
03.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D= 160 mm U.F. N.T.P. 4422 SN-2	und	438.00	201.74	88,362.12
03.04	PRUEBA HIDRAULICA				18,203.28
03.04.01	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA TAPADA P/ TUBERIA PVC D=160mm. U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	1,752.00	10.39	18,203.28
03.05	ACCESORIOS EN CONEXIONES DOMICILIARIAS P/DESAGUE.				79,632.78
03.05.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA DESAGUE	und	438.00	181.81	79,632.78
	COSTO DIRECTO				2,930,557.29
	SON : DOS MILLONES NOVECIENTOS TREINTA MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y SIETE Y 29/100 SOLES				

Fuente: Software: S10 Costos y Presupuestos

5.5.2.2. Sistema condominial

Tabla 23

Presupuesto sistema condominial

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	RED MATRIZ DE ALCANTARILLADO SANITARIO				850,172.16
01.01	OBRAS PRELIMINARES				33,124.09
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	6,175.00	0.58	3,581.50
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m	3,087.00	9.57	29,542.59
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				570,690.73
01.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS C/MAQUINA EN TERRENO NORMAL HASTA 1.50M	m	1,676.71	9.48	15,895.21
01.02.02	EXCAVACION DE ZANJAS C/MAQUINA EN TERRENO NORMAL DE 1.50M HASTA 2.50M	m	1,303.90	11.06	14,421.13
01.02.03	EXCAVACION DE ZANJAS C/MAQUINA EN TERRENO NORMAL DESDE 2.50M HASTA 3.50M	m	107.28	14.74	1,581.31
01.02.04	REFINE DE PAREDES Y COMPACTACION DE FONDOS.	m2	11,425.19	17.66	201,768.86
01.02.05	CAMA DE APOYO APISONADO CON ARENA E=0.10M	m	3,087.89	9.05	27,945.40
01.02.06	RELLENO APISONADO MANUALMENTE CON ARENA H=0.30M	m	3,087.89	26.33	81,304.14
01.02.07	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	2,408.55	79.18	190,708.99
01.02.08	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO D=2KM	m3	1,296.91	28.58	37,065.69
01.03	APUNTALAMIENTO PARA PROTECCIÓN DE ZANJAS CON MADERA				129,331.94
01.03.01	ENTIBADO DE ZANJAS CON MADERA e=1"	m2	2,257.89	57.28	129,331.94
01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				84,276.95
01.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D= 160 mm U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	2,664.15	25.34	67,509.56
01.04.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D= 200 mm U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	423.74	39.57	16,767.39
01.05	PRUEBA HIDRAULICA				32,083.18
01.05.01	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA TAPADA P/ TUBERIA PVC D=160mm. U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	2664,15	10.39	27,680.52
01.05.02	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA TAPADA P/ TUBERIA PVC D=200mm. U.F. N.T.P. 4422 SN-2	m	423.74	11.96	5,067.93
02	REDES CONDOMINIALES				765,582.32
02.01	OBRAS PRELIMINARES				66,796.33
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	6,580.92	0.58	3,816.93
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	6,580.92	9.57	62,979.40
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				426,072.66
02.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA P/TUBERIA EN TERRENO NORMAL H=0.80 M	m	6,580.92	21.28	140,041.98
02.02.02	REFINE DE PAREDES Y COMPACTACION DE FONDOS A=60CM	m2	15,794.21	1.05	16,583.92
02.02.03	CAMA DE APOYO CON ARENA E=0.10M	m	6,580.92	9.05	59,557.33
02.02.04	CAMA DE APOYO CON ARENA E=0.20 m.	m	6,580.92	12.00	78,971.04
02.02.05	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	1,974.28	37.89	74,805.47
02.02.06	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DMAX=50M	m3	1,776.85	31.58	56,112.92
02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				220,855.68
02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D= 110 mm U.F. N.T.P. 4422 SN-2	und	13,161.84	16.78	220,855.68
02.04	PRUEBA HIDRAULICA				51,857.65
02.04.01	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA TAPADA P/ TUBERIA PVC D=110mm. U.F. N.T.P. 4422 SN-2	ML	6,580.92	7.88	51,857.65
03	BUZONES CONVENCIONALES				251,159.20
03.01	OBRAS PRELIMINARES				1,348.84
03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	132.89	0.58	77.08
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	132.89	9.57	1,271.76
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				15,742.86

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
03.02.01	EXCAVACION CON MÁQUINA PARA BUZONES EN TERRENO NORMAL.	m3	170.10	47.11	8,013.41
03.02.02	REFINE DE PAREDES Y COMPACTACION DE FONDOS	m2	566.99	1.79	1,014.91
03.02.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DMAX=50M	m3	212.62	31.58	6,714.54
03.03	CONCRETO SIMPLE				88,467.99
03.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN LOSA DE FONDO.	m3	21.26	503.57	10,705.90
03.03.02	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 EN MEDIA CAÑA	m3	10.34	368.17	3,806.88
03.03.03	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA DADOS DE ANCLAJE	m3	27.07	390.67	10,575.44
03.03.04	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESTRUCTURAS DE MUROS.	m3	73.83	503.57	37,178.57
03.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON CIMBRAS METÁLICAS D=1.20M	m2	738.27	35.49	26,201.20
03.04	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				8,212.57
03.04.01	TARRAJEO INTERIOR C/MORTERO 1:5 , E=1.5 CM.	m2	295.31	27.81	8,212.57
03.05	TAPAS DE CONCRETO P/BUZON				72,223.20
03.05.01	TAPA DE CONCRETO PREFABRICADA + INSCRIPCIÓN P/BUZON D=0.60 m.	GLB	94.00	100.00	9,400.00
03.05.02	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 EN TAPAS PARA BUZON	m3	15.95	503.57	8,031.94
03.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON ENCOFRADO METÁLICO	m2	885.93	35.49	31,441.66
03.05.04	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	kg	3,384.00	6.90	23,349.60
03.06	CARPINTERÍA METÁLICA Y HERRERÍA				63,655.22
03.06.01	MARCO DE F°F° D=0.60M	und	94.00	384.63	36,155.22
03.06.02	ESCALERA DE FIERRO GALVANIZADO 3/4"	und	55.00	500.00	27,500.00
03.07	CAÍDA ESPECIAL				1,508.52
03.07.01	CAIDA ESPECIAL MÁS ACCESORIOS	und	3.00	502.84	1,508.52
04	BUZONES CONDOMINIALES				95,950.94
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,524.63
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	150.21	0.58	87.12
04.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	150.21	9.57	1,437.51
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				23,951.59
04.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE BUZONETAS EN TERRENO NORMAL	m3	120.17	42.11	5,060.36
04.02.02	REFINE DE PAREDES Y COMPACTACION DE FONDOS.	m2	801.11	17.66	14,147.60
04.02.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DMAX=50M	m3	150.21	31.58	4,743.63
04.03	CONCRETO SIMPLE				41,592.62
04.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 EN BUZONETAS	m3	78.60	384.90	30,253.14
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BUZONETAS	m2	427.26	26.54	11,339.48
04.04	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				11,882.10
04.04.01	TARRAJEO INTERIOR C/MORTERO 1:5 , E=1.5 CM.	m2	427.26	27.81	11,882.10
04.05	TAPAS DE CONCRETO P/BUZONETAS				17,000.00
04.05.01	TAPA DE CONCRETO PREFABRICADA + INSCRIPCIÓN P/BUZONETA D=0.50 m.	und	425.00	40.00	17,000.00
05	CONEXIONES CONDOMINIALES DE ALCANTARILLADO.				56,675.82
05.01	TRABAJOS PRELIMINARES				2,436.00
05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	240.00	0.58	139.20
05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	240.00	9.57	2,296.80
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,044.62
05.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS EN TERRENO NORMAL	m3	21.60	36.09	779.54
05.02.02	REFINE DE PAREDES Y COMPACTACION DE FONDOS	m2	230.40	1.79	412.42
05.02.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DMAX=50M	m3	27.00	31.58	852.66
05.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				8,560.80
05.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D= 110 mm U.F. N.T.P. 4422 SN-2	und	240.00	35.67	8,560.80
05.04	ACCESORIOS EN CONEXIONES DOMICILIARIAS P/DESAGUE.				43,634.40
05.04.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA DESAGUE	und	240.00	181.81	43,634.40
	COSTO DIRECTO				2,019,540.44
SON : DOS MILLONES DIECINUEVE MIL QUINIENTOS CUARENTA MIL Y 44/100 SOLES					

Fuente: Software: S10 Costos y Presupuestos.

Con ayuda del software S10 Costos y presupuestos se puede observar en estos presupuestos que están todas las partidas que se emplean en los diferentes sistemas, las unidades utilizadas correspondió al tipo de partida utilizada para su fácil metraje, los metrados fueron considerados de acuerdo al modelamiento resultante de cada sistema, los precios unitarios se realizaron de acuerdo a una base de datos existente previamente revisada, modificada y aprobada , las deferencias realizadas para ambos sistemas fue que se consideró precios unitarios iguales para su justa comparación (en el caso coincidan en sus partidas).

En el sistema convencional se consideraron 52 partidas y en el sistema condominial se consideraron 59, por su diferente proceso constructivo. Al final de cada presupuesto está el costo directo total que se obtuvo de las sumas de todas las partidas correspondientes quedando de la siguiente manera:

Sistema Convencional : S/. 2'930'557.29 Soles

Sistema Condominial : S/. 2'019'540.44 Soles

5.5.2.3. Comparación de partidas influyentes en presupuestos

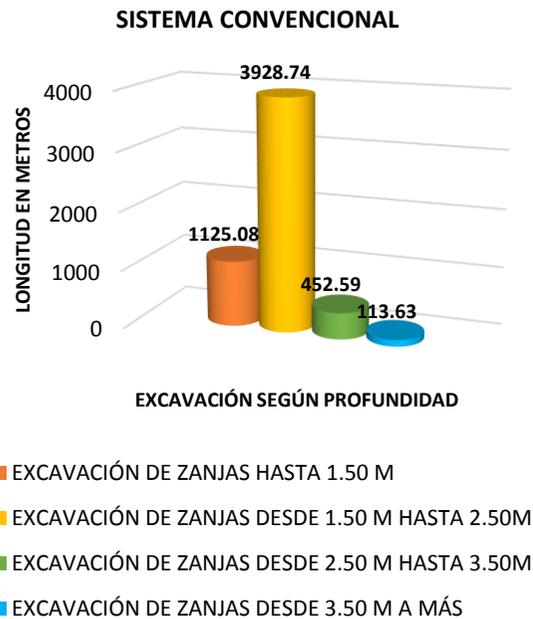


Figura 30. Excavación de red matriz.

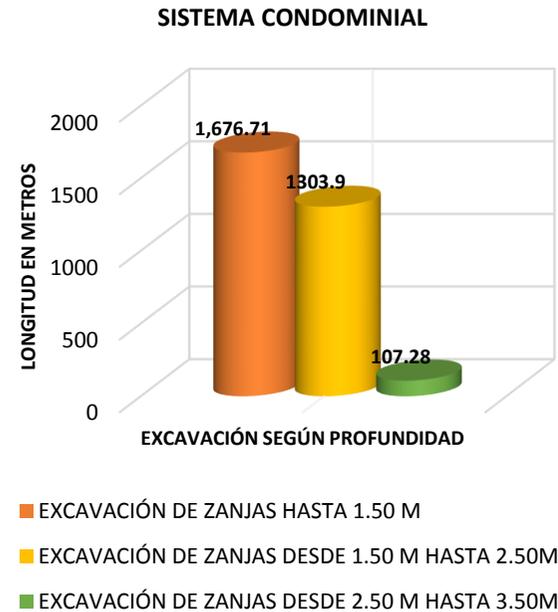


Figura 31. Excavación de red matriz.

Se puede visualizar en los gráficos la excavación de zanjas de ambos sistemas, en el primer gráfico se observa que existe menos excavación hasta 1.50m comparado con el otro sistema, sin embargo, el primer sistema cuenta con más longitud de excavación de 1.50m hasta 2.50m que el sistema condominial como también en la excavación de 2.50m hasta 3.50m, esto se debe a la mayor profundidad de los buzones utilizados y al recorrido de la red dentro del sistema haciéndola más costosa. Para finalizar en el primer sistema existe excavación de más de 3.50m lo que en el sistema condominial no es necesario.

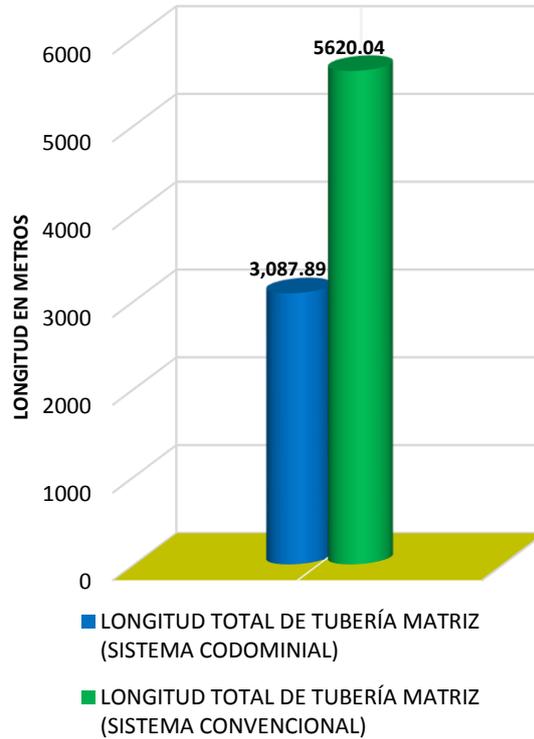


Figura 32. Longitud de red matriz.

En este gráfico se representa la longitud total de la red matriz utilizada de ambos sistemas, muy claramente se distingue la utilización de la tubería que es empleada, dando resultados muy ventajosos respecto al otro sistema. En el sistema condominial la longitud de tubería se distribuye en diámetros nominales de 160mm y de 200mm, en cambio en el sistema convencional se distribuye en diámetros nominales de 160mm, 200mm, 315mm, 355mm respectivamente.

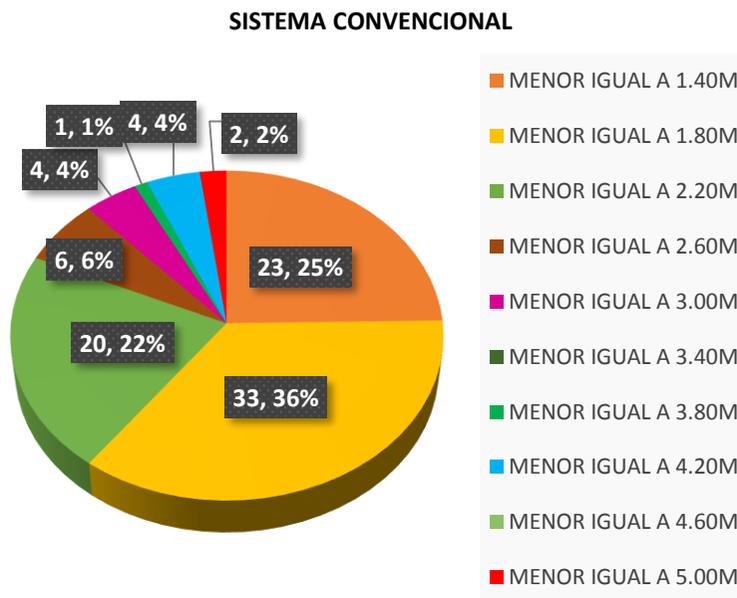


Figura 33. Altura de buzones.

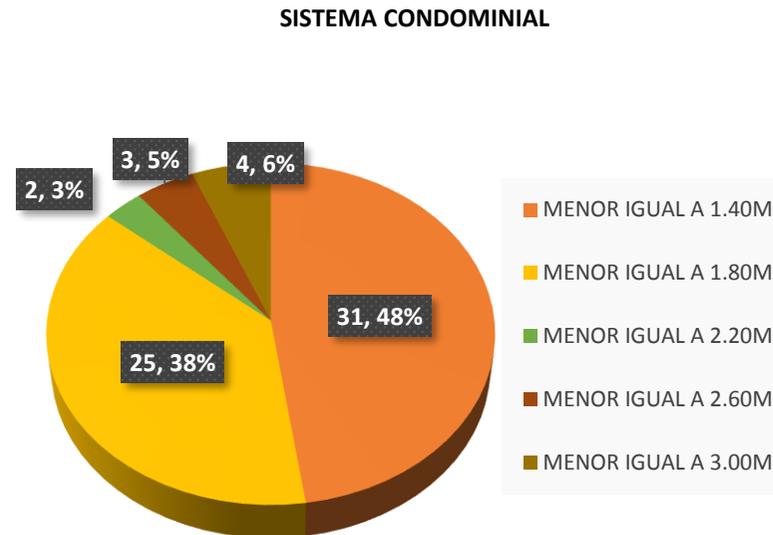


Figura 34. Altura de buzones.

Los siguientes gráficos circulares representan el número de buzones proyectados, la altura que le corresponde como también el porcentaje de buzones de acuerdo a su altura en cada sistema. En el gráfico de la izquierda se visualiza que se tiene buzones desde los 3m hasta los 5m de altura, algo que en el sistema condominial no se aprecia. Asimismo, los buzones menores a 1.40m representan el 25% en el sistema convencional contra un 48% del sistema condominial del total proyectado en cada uno, generando de esta forma un satisfactorio ahorro económico. En consecuencia, los buzones de más altura se distribuyen favoreciendo al sistema condominial respecto al convencional, claro ejemplo se nota en el 22% contra el 3% de buzones menores a 2.20m de altura con respecto al total. En el sistema convencional se proyectaron 93 buzones y el sistema condominial 65 buzones.

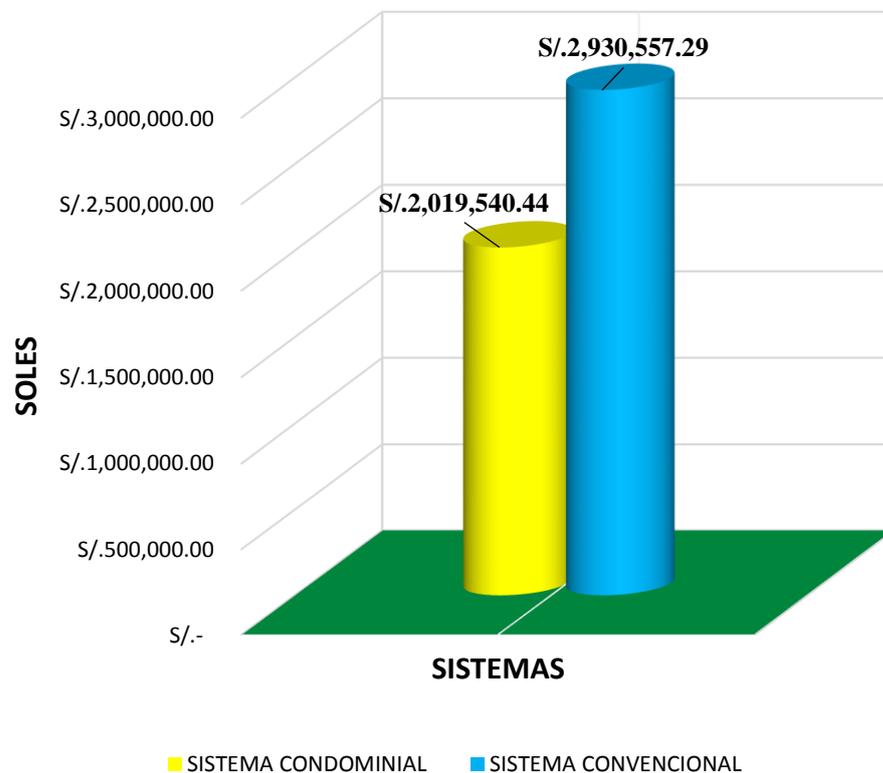


Figura 35. Inversión general

El gráfico muestra la inversión total utilizada de ambos sistemas, de acuerdo a los gráficos descritos anteriormente y su influencia notoria de algunas partidas, la diferencia de las inversiones es relevante.

El ahorro que se obtiene con el sistema condominial representa un **31.10%** menos de inversión respecto al sistema convencional, lo que hace que el sistema condominial sea más eficiente técnica y económicamente.

5.6. Selección de la red de alcantarillado sanitario.

En base a las condiciones propias del área de estudio y con los resultados obtenidos en el ítem anterior, se elige al sistema de alcantarillado condominial como el más apropiado a instalar en el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre por los siguientes motivos:

- Por su adaptación a la topografía accidentada que presenta el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre.
- Por requerir un menor presupuesto para su implementación.
- Por ser un sistema práctico y vanguardista.

5.6.1. Evaluación social del sistema.

- *Resultados de la determinación de los beneficios sociales.*

En la siguiente tabla se muestra los valores sociales que se adquirirán con la implantación del proyecto.

Tabla 24
Beneficios sociales

OBJETIVO CENTRAL	BENEFICIOS SOCIAL DEL PROYECTO
Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario del AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre y evaluar su rentabilidad social.	Permitirá acceder al servicio de alcantarillado sanitario de calidad a toda la población que conforma el área de estudio. Reducción de incidencia de enfermedades y, por lo tanto, reducción de los gastos en salud para la sociedad. Disminución de la contaminación ambiental, al evitarse el vertido de las aguas residuales sin un adecuado tratamiento. Evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Mejoramiento del paisaje y recuperación de la naturaleza. Aumento de la demanda en construcción de viviendas al disponer de un ambiente limpio y saludable. Aumento de las actividades económicas al contarse con un ambiente apropiado que pueda atraer posibles inversiones.

➤ *Resultado de la Estimación del indicador de rentabilidad Costo-eficacia.*

Interpretación de la tabla:

- En la cuarta columna se muestra el valor de la inversión a precios sociales lo cual se obtiene de multiplicar la inversión a precios de mercado por el factor de corrección para nuestro caso es de 0.772.
- En la sexta columna se muestra el factor de reajuste con una tasa de descuento de 9%.

Tabla 25
Índice de costo – eficacia

Año	Población Beneficiaria	Costo de Inversión a Precios de Mercado	Costo de Inversión a Precios Sociales	Costos de O y M	Tasa de Descuento 9%	Costos Totales
0	1,833	2,019,540.44	1,559,085.22		1.00	1,559,085.22
1	1,882			2,400.00	0.9174	2,201.83
2	1,937			2,400.00	0.8417	2,020.03
3	1,985			2,400.00	0.7722	1,853.24
4	2,039			2,400.00	0.7084	1,700.22
5	2,107			2,400.00	0.6499	1,559.84
6	2,151			2,400.00	0.5963	1,431.04
7	2,209			2,400.00	0.5470	1,312.88
8	2,269			2,400.00	0.5019	1,204.48
9	2,330			2,400.00	0.4604	1,105.03
10	2,401			2,400.00	0.4224	1,013.79
11	2,458			2,400.00	0.3875	930.08
12	2,524			2,400.00	0.3555	853.28
13	2,592			2,400.00	0.3262	782.83
14	2,662			2,400.00	0.2992	718.19
15	2,742			2,400.00	0.2745	658.89
16	2,808			2,400.00	0.2519	604.49
17	2,884			2,400.00	0.2311	554.58
18	2,962			2,400.00	0.2120	508.78
19	3,042			2,400.00	0.1945	466.78
20	3,124			2,400.00	0.1784	428.23
Valor Actual de Costos a Precios Sociales=					VACS	1,580,993.73
Indicador de Eficacia					IE	2,455
Índice de Costo Eficiencia =					ICE	643.99

- *Comparación del indicador de rentabilidad costo-eficacia, con la línea de corte.*

Eligiendo como línea de corte el costo per cápita de 224 US\$/Hab., que recomienda el Anexo 09 (Parámetros y normas técnicas para formulación) DGPI del MEF y estando acorde con el componente “Ampliación de redes y conexiones alcantarillado, sin concluir obras primarias” se determina que el proyecto si es rentable ya que el ICE (Indicador costo – eficacia) del proyecto es menor que el ICE (Indicador costo – eficacia) de la línea de corte.

643.99 Soles / Hab. < 734.72 Soles / Hab.

Se acepta el proyecto socialmente

VI. DISCUSIÓN

(*Olivari & Castro, 2008*) en la investigación denominada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano – Lambayeque”, muestra sus resultados de pendiente por debajo de los 0.5% utilizando tuberías de 100mm y 150mm para un caudal de diseño de 19.728 l/s, no muestra los parámetros hidráulicos más importantes para la veracidad de sus resultados algo trascendental para la verificación del diseño. Para nuestro sistema elegido se trabajó con un caudal de diseño de 16.73 l/s obteniendo diámetros de 160mm y 200mm, cumpliendo con imparcialidad todos los parámetros considerados. En estos trabajos se utilizó el programa SewerCad con sus versiones más recientes.

(*Sotelo, 2010*) en la investigación “Construcción y optimización del sistema condominial de alcantarillado”, la tesis antes citada, muestra los resultados de los presupuestos hechos para los sistemas convencional y condominial de alcantarillado sanitario obteniendo un costo directo de S/. 240,458.45 soles y S/. 182,753.03 respectivamente, consiguiendo un **23.99%** de ahorro a la hora de instalar este tipo de sistema ya que optimiza tiempos y rendimientos. Siendo un sistema eficaz los comparativos de cualquier expresión referente al sistema son ventajosos como es el caso de los metrados obtenidos de volúmenes en movimiento de tierras como también sus cuadrillas en cada partida. En tanto a los diseños óptimos obtenidos resultó un componente de S/. 2'930'557.29 Soles para el sistema convencional y S/. 2'019'540.44 Soles para el sistema condominial, logrando ser un **31.10%** más eficaz que el otro sistema. También se visualiza las ventajas significativas de algunas partidas influyentes como es el caso del número de buzones y sus alturas, como también la longitud de la red matriz y sus diámetros utilizados en los diferentes sistemas.

(*Bernal & Rengifo, 2013*) en la tesis titulada “Diseño hidráulico de la red de agua potable y alcantarillado del sector la estación de la ciudad de Ascope – La Libertad”, concluyeron que la topografía es semi plana con pendientes de 7% y

8%, en cambio en la investigación yace una topografía ondulada que va desde el 11% hasta el 50%, lo que favorece al sistema elegido (condominial), permitiendo también una rápida evacuación de las aguas residuales hasta su descarga.

(Leiva, 2015) en su tesis titulada “Estudio comparativo técnico – económico de la red de alcantarillado convencional y condominial en el AA.HH. Pamplona alta, sector las Américas” realiza las estimaciones de poblaciones con los métodos probabilísticos de población futura, realizando un promedio de las que se aproximan, definiendo sus datos; diferente es el caso utilizado ya que los resultados de población futura concuerdan, por lo que se utilizó el mayor de ellos. En el caso del caudal de diseño se trabajó con el caudal máximo maximorum, en nuestro diseño se utilizó el caudal máximo horario por no ser un caso crítico. Respecto a la evaluación técnica se coincide en las ventajas y desventajas que presentan los sistemas dando aprobación al sistema condominial por ser práctico y económico. En relación a lo económico (costo directo) obtiene un valor de S/. 1, 227,360.30 Soles en el sistema convencional y un valor de 667, 603.44 Soles para el sistema condominial haciendo así un **45.61%** más económico que el sistema convencional. En el nuestro se obtuvo un ahorro económico del **31.10%**, llegando a conclusiones semejantes y verdaderas.

VII. CONCLUSIONES

- El sistema de alcantarillado sanitario más adecuado para el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre es el condominial por su adaptación técnica – económica al medio y su admisible evaluación social.
- El sistema de alcantarillado condominial es una alternativa muy ventajosa para zonas inaccesibles, pendientes pronunciadas y terrenos complejos por su fácil adaptación y bajo costo, mientras que el sistema de alcantarillado convencional a pesar que es comúnmente el más utilizado se rige por criterios técnicos tradicionales que incrementan su costo.
- Según los diseños realizados, para el sistema convencional se requiere la longitud total de 5620.04. ml de tubería con diámetros que van desde 160mm a 355mm y 93 buzones con una altura promedio de 1.94m y diámetro interior de 1.20m, mientras que para el sistema condominial se requiere la longitud total de 3087.89 ml de tubería con diámetros que van desde 160 mm a 200mm y 65 buzones con una altura promedio de 1.60m y diámetro de 1.20m. En cuanto a la accesibilidad al servicio mediante conexiones domiciliarias hay más posibilidad para el sistema condominial.
- De la comparación técnica, económica y social de cada sistema se obtuvo un predominio favorable en la mayoría de los términos de cotejo para el sistema condominial, asimismo la eficiencia hidráulica para este sistema resulta más ventajoso.

VIII. RECOMENDACIONES

- Promover el uso del sistema de alcantarillado condominial en áreas rurales y urbanas con patrones demográficos concentrados y semidispersos por su fácil adaptación, su bajo costo de mantenimiento y su favorable evaluación social.

Dirigido al colegio de Ingenieros del Perú consejo departamental Amazonas.

- Realizar capacitaciones, cursos y conferencias sobre temas relacionados al alcantarillado sanitario condominial en el ámbito urbano y rural como alternativa de solución técnica – económica.

Dirigido a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

- Integrar las tecnologías de alcantarillado sanitario en el plan de estudios de los cursos de hidráulica con uso de software que facilitan el proceso analítico y de diseño contribuyendo a la mejora de la carrera profesional de Ingeniería Civil.

Dirigido a los proyectistas encargados del diseño de alcantarillado sanitario.

- Promover la tecnología de alcantarillado sanitario condominial en sus diseños ya que requieren de un bajo costo de implementación y una rápida instalación.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Olivari, O. P. & Castro, R. (2008). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano – Lambayeque* (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Sotelo, M. (2010). *Construcción y optimización del sistema condominial de alcantarillado* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Bernal, J. P. & Rengifo, J. C. (2013). *Diseño hidráulico de la red de agua potable y alcantarillado del sector la estación de la ciudad de Ascope – La Libertad* (Tesis de pregrado). Trujillo: Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.

Leiva, C. A. (2015). *Estudio comparativo técnico – económico de la red de alcantarillado convencional y condominial en el AA.HH. Pamplona alta, sector las Américas*. Lima: Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.

Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente. (2005). *Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/sanea/169esp-diseno-alcantar.pdf>., 2018, Julio 12

Comisión nacional del agua. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado*. Recuperado de <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>., 2018, Julio 12

Comisión nacional del agua. (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-29.pdf>., 2018, Julio 15

Sistema intermunicipal de los servicios de agua potable y alcantarillado. (2014). *Actualización de los criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la Z.M.G.* recuperado de <http://www.siapa.gob.mx/transparencia/criterios-y-lineamientos-tecnicos-para-factibilidades-en-la-zmg> , 2018, Julio 16

Programa de agua y saneamiento. (2001). *Manual de diseño y construcción de sistemas condominiales de alcantarillado sanitario.* Recuperado de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/908851468016749231/pdf/multi0page.pdf> , 2018, Julio 20

Jiménez, J. M. (2013). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.* Recuperado de <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf> , 2018, Julio 21

Ministerio de economía y Finanzas. (2015). *Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil, incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático.* Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/Guia-de-saneamiento-27-11.pdf , 2018, Julio 23

Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros.* Recuperado de http://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil., 2018, Julio 25

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2014). *Reglamento nacional de edificaciones.* Lima: Editorial Macro.

X. ANEXOS

Anexo 1. Formato de ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE POBLACIÓN

<u>DATOS GENERALES</u>	
DEPARTAMENTO	: _____
DISTRITO	: _____
CIUDAD	: _____
BARRIO Y/O SECTOR	: _____

Dirección postal de la vivienda

Calle, plaza, etc.

Identificación del cuestionario

Número de orden de la vivienda: _____

Informante: _____

Número de personas en la vivienda: _____

Menores de 16 años: _____

De 16 años a más: _____

Identificación de estabilidad

¿Vive permanente en la vivienda?

SI

NO

Entrevistador: _____

Inspector de entrevistadores: _____

Anexo 2. Panel fotográfico



Levantamiento de niveles de vereda existentes



Levantamiento interior de lote



Levantamiento costado izquierdo de vía



Levantamiento central de vía



Levantamiento costado derecho de vía



Levantamiento de BM de referencia



Estacas de referencia y estaciones



Levantamiento topográfico global



Levantamiento de límites de lotes



No presencia de límites de vereda.



Entrevista personal con la población



Recolección de información



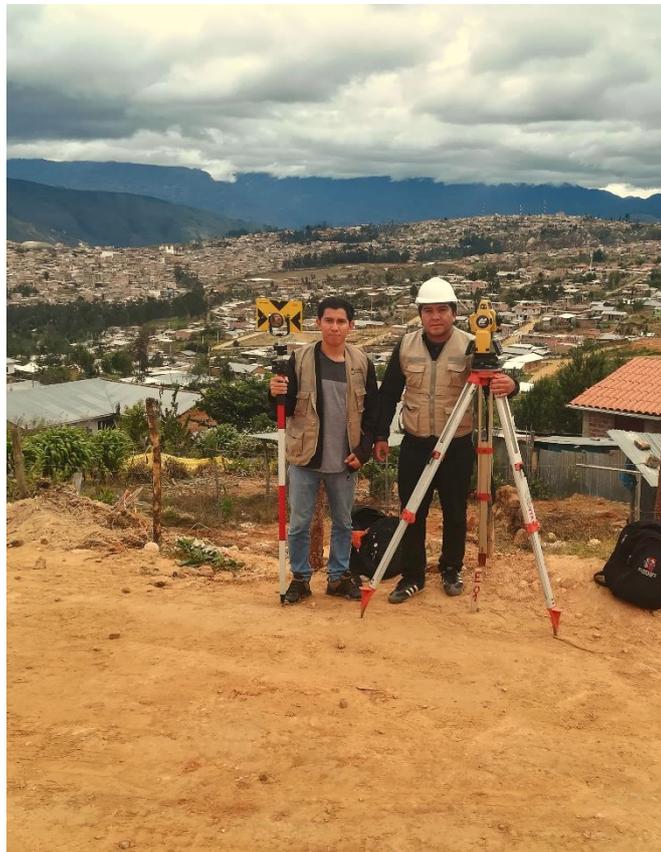
Límite del área de estudio



Obstáculo en la alineación y desniveles de vereda



Ruta del emisor hacia la descarga



Culminación de levantamiento topográfico