



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento del Sistema Integral de Saneamiento Básico en el Sector 352
en el Distrito de Carabaylo

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Farias Garcia, Keymi Yoel
ORCID: 0000-0001-9282-2236

Ruiz Balvin, Cristian Carlos
ORCID: 0000-0001-7220-9311

ASESOR

López Silva, Maiquel
ORCID: 0000-0002-0946-6160

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos del autor(es)

Farias Garcia, Keymi Yoel

DNI: 46678818

Ruiz Balvin, Cristian Carlos

DNI: 72306551

Datos de asesor

López Silva, Maiquel

DNI: 0029460580

Datos del jurado

JURADO 1

Pereyra Salardi, Enriqueta

DNI: 06743824

ORCID: 0000-0003-2527-3665

JURADO 2

Carmenates Hernández, Dayma Sadami

DNI: 002944620

ORCID: 0000-0001-5482-7562

JURADO 3

Gárate Cáceres, Francisco Héctor

DNI: 07640930

ORCID: 0000-0003-0413-3399

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

DEDICATORIA

Esta tesis dedico a Dios por tantas bendiciones, a mis padres por su apoyo y siempre confiar en mí, a mi hijo que abriga mi alma y ser mi motivo de superación, a mi esposa por su amor y comprensión, y a mis hermanos por sus consejos y siempre estar conmigo, todos ustedes siempre me acompañan en todos mis sueños y anhelos, este logro es inspirado en cada uno de ustedes.

Cristian Carlos Ruiz Balvin

Dedico esta tesis a mis padres porque depositaron en mi toda su confianza y su apoyo incondicional, a mi novia por ser mi soporte en todo momento y llevarme de la mano a este logro tan importante, y por ultimo y no menos importante a mi hermano por sus consejos.

Keymi Yoel Farias Garcia

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a nuestros asesores el Dr. Ing. Maiquel López Silva y la Dra. Dayma Carmentes Hernández quienes nos guiaron para sacar adelante esta investigación. A nuestra alma mater la Universidad Ricardo Palma por brindarnos los conocimientos, y formar parte de esta hermosa carrera que es la Ingeniería Civil

Cristian Ruiz y Keymi Farias

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos	1
1.2 Objetivo general y específico	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática	2
1.3.1 Delimitación temporal	2
1.3.2 Delimitación espacial	2
1.4 Delimitación de la Temática	4
1.5 Justificación e Importancia del estudio.....	4
1.5.1 Justificación Teórica.....	4
1.5.2 Justificación Práctica	4
1.5.3 Justificación Social	4
1.5.4 Justificación Ambiental	5
1.5.5 Importancia.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes del estudio de Investigación	6
2.1.1 Investigaciones Internacionales.....	6
2.1.2 Investigaciones Nacionales	7
2.2 Bases Teóricas	9
2.2.1 Sistemas de abastecimiento de agua.....	9
2.2.2 Elementos de un sistema de abastecimiento.....	13
2.2.3 Importancia de los Sistemas de Saneamiento.....	19
2.2.4 Diseño de un sistema de abastecimiento de agua.....	20
2.2.5 Sistema de alcantarillado sanitario	28
2.2.6 Criterios de diseño de red de alcantarillado	34
2.2.7 Topografía	42
2.2.8 Representación de planos topográficos según normativa.....	53
2.3 Definición de Términos Básicos.....	53

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	55
3.1 Hipótesis	55
3.1.1 Hipótesis Principal.....	55
3.1.2 Hipótesis Secundarias.....	55
3.2 Variables de investigación	55
3.2.1 Definición conceptual de variables	55
3.2.2 Operacionalización de Variables	55
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	57
4.1 Tipo y nivel.....	57
4.1.1 Tipo.....	57
4.1.2 Nivel	57
4.2 Diseño de la investigación	57
4.3 Población y muestra.....	58
4.4 Tipos de técnicas.....	58
4.4.1 Instrumentos	58
4.4.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	59
4.4.3 Procedimientos para la recolección de datos	59
4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de información.....	59
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	61
5.1 Presentación de resultados	61
5.1.1 Caracterización de la topografía del Sector 352 de Carabayllo	61
5.1.2 Población futura.....	61
5.1.3 Parámetros de diseño	66
5.1.4 Fuente de abastecimiento de agua	69
5.1.5 Reservorio.....	69
5.1.6 Línea de aducción.....	71
5.1.7 Diseño de la línea de aducción	71
5.1.8 Red de Distribución	72
5.1.9 Diseño de la red	73
5.2 Modelado de la red en WaterGEMS	73
5.2.1 Diseño de red de desagüe	73
5.2.2 Parámetros de diseño de alcantarillado	74
5.2.3 Modelación	75
5.2.4 Modelación estática	76

5.3	Análisis de resultados	76
5.4	Contrastación de hipótesis	124
5.4.1	Hipótesis principal.....	124
5.4.2	Hipótesis secundaria 1	124
5.4.3	Hipótesis secundaria 2	124
5.4.4	Hipótesis secundaria 4	125
	CONCLUSIONES	126
	RECOMENDACIONES	127
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
	ANEXOS.....	131
	Anexo 1: Cronograma de actividades	131
	Anexo 2: Presupuesto (Asignación de recursos)	132
	Anexo 3: Matriz de Operacionalización de Variables	133
	Anexo 4: Matriz de Consistencia.....	134
	Anexo 5: Plano de características topográficas de los sectores de Carabayllo.....	135
	Anexo 6: Plano de características topográficas de la zona de estudio Sector 352.....	136
	Anexo 7: Plano de características del suelo de la zona de estudio	137
	Anexo 8: Plano de fuentes de abastecimiento de agua del sector 352.....	138
	Anexo 9: Plano de matriz de red de desagüe	139
	Anexo 10: Plano de red de agua sector 352 – Parte 1.....	140
	Anexo 11: Plano de red de agua sector 352 – Parte 2.....	141
	Anexo 12: Plano de red de desagüe del sector 352 – Parte 1	142
	Anexo 13: Plano de red de desagüe del sector 352 – Parte 2	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación del Sector 352 en el distrito de Carabayllo.....	3
Figura N° 2: Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento.	10
Figura N° 3: Sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento.	11
Figura N° 4: Sistema de abastecimiento de agua por bombeo sin tratamiento.....	12
Figura N° 5: Vista de corte de la captación de un manantial	13
Figura N° 6: Esquema referencial del funcionamiento de un sedimentador.....	14
Figura N° 7: Esquema referencial de un sistema de filtro lento	15
Figura N° 8: Línea de conducción.	15
Figura N° 9: Cámara rompe presión.	16
Figura N° 10: Reservorios de almacenamientos.	17
Figura N° 11: Esquema de tanque de almacenamiento.....	18
Figura N° 12: Red de distribución de agua potable.	19
Figura N° 13: Variaciones de consumo	27
Figura N° 14: Sistema de alcantarillado sanitario típico.....	29
Figura N° 15: Esquema típico de cámaras de inspección en un corte de vía.....	34
Figura N° 16: Esquema de tuberías con sección parcialmente llena	37
Figura N° 17: Distancia óptica por taquimetría	46
Figura N° 18: Desnivel por taquimetría.....	47
Figura N° 19: Estación total TOPCON ES103	47
Figura N° 20: Método de levantamiento topográfico por radiación	48
Figura N° 21: Método de levantamiento topográfico por intersección-triangulación	49
Figura N° 22: Método de levantamiento topográfico por intersección - trilateración	50
Figura N° 23: Método de levantamiento topográfico por intersección inversa	51
Figura N° 24: Método de levantamiento topográfico por poligonal.....	52
Figura N° 25: Curvas de nivel.....	52
Figura N° 26: Diagrama de flujo del procedimiento de la recolección de datos	59
Figura N° 27: Grafico de población futura al 2042	66
Figura N° 28: Modelado en Programa WaterGEMS	73
Figura N° 29: Valores límites de velocidad	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento	10
Tabla N°2: Sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento.	11
Tabla N°3: Sistema de abastecimiento de agua por bombeo sin tratamiento.	12
Tabla N°4: Período de diseño para varios tipos de componentes	21
Tabla N°5: Vida útil en años	21
Tabla N°6: Dotaciones según tipo de uso y clima (para sistemas urbanos).....	24
Tabla N°7: Dotaciones para instituciones educativas	25
Tabla N°8: Diámetro de Tuberías	33
Tabla N°9: Coeficientes de Manning para materiales como el concreto y PVC.	39
Tabla N°10: Tabla de velocidades máximas	41
Tabla N°11: Número de viviendas por sectores.....	62
Tabla N°12: Población de Carabayllo por año.....	64
Tabla N°13: Tabla comparativo de los métodos de población futura.....	65
Tabla N°14: Norma de diseño de instalaciones sanitarias 0.10	67
Tabla N°15: Resumen de parámetros de diseño de red de agua potable	69
Tabla N°16: Resumen de parámetros de diseño asumido.....	71
Tabla N°17: Resultados del diseño del tanque elevado	71
Tabla N°18: Resultados obtenidos para la red de distribución I.....	77
Tabla N°19: Resultados obtenidos para la red de distribución II	82
Tabla N°20: Distancia máxima entre buzones	87
Tabla N°21: Resultados obtenidos del diseño de los buzones	88
Tabla N°22: Tabla de resultados del diseño de las redes de alcantarillado	102

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo principal el mejoramiento del sistema integral de saneamiento básico del Sector 352 en el Distrito de Carabayllo para un saneamiento sostenible. Para la caracterización topográfica al no encontrarse planos topográficos y catastrales de la zona de estudio, se optó por utilizar otro método para obtener la información antes mencionada. Para ello se utilizaron otros softwares como Google Earth Pro (2022), GPS Visualizer (2019). La dotación que se eligió para este caso fue de 90 l/hab/día, según indica la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (2018).

Conociendo la dotación, se estimó el caudal sanitario promedio (Q_p) que es de 0.278 l/s, consumo máximo diario (Q_{md}) es 0.361 l/s y el consumo máximo horario (Q_{mh}) es de 0.56 l/s. La línea de impulsión propuesta fue de PVC de clase A-7.5 de diámetro 2" (55.4 mm) y con una longitud de 51.60 m, agua que será conducida desde el pozo hasta el tanque de almacenamiento. Para el tanque de almacenamiento la propuesta según su ubicación fue elevada y al aire libre, de geometría cilíndrica y material de concreto armado. Según nos indica la norma OS.030 (2019). Se llevó todos los datos al Software WaterGEMS, los cuales fueron procesados y posterior a eso obtuvimos resultados, con las velocidades mínimas ni máximas que indica el RNE OS.050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO y que no pueden ser menores a 0.25 m/s ni mayores a 5.00 m/s en zonas urbanas. También se observa que en las redes de distribución presenta diámetros desde 75 mm hasta los 280 mm como diámetros nominales, de clase A-10, de material PVC tal y como lo indica la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (2018).

Palabras Claves: Línea de impulsión, saneamiento sostenible, sistemas de saneamiento, caudal sanitario.

ABSTRACT

The main objective of this research was to improve the comprehensive basic sanitation system of Sector 352 in the District of Carabayllo for sustainable sanitation, as topographical and cadastral plans of the study area were not found, it was decided to use another method to obtain the aforementioned information. Other software such as Google Earth Pro (2022), GPS Visualizer (2019) were used for this. The allocation that was chosen for this case was 90 l/person/day, as indicated in the technical design standard: technological options for sanitation systems in rural areas (2018).

Knowing the endowment, the average sanitary flow (Q_p) was estimated to be 0.278 l/s, maximum daily consumption (Q_{md}) is 0.361 l/s and maximum hourly consumption (Q_{mh}) is 0.56 l/s. The proposed discharge line was PVC class A-7.5 with a diameter of 2" (55.4 mm) and a length of 51.60 m, water that will be conducted from the well to the storage tank. For the storage tank, the proposal according to its location was elevated and in the open air, with cylindrical geometry and reinforced concrete material. As indicated by the OS.030 (2019) standard. All the data was taken to the WaterGEMS Software, which were processed and after that we obtained results, with the minimum and maximum speeds indicated by the RNE OS.050 WATER DISTRIBUTION NETWORKS FOR HUMAN CONSUMPTION and that cannot be less than 0.25 m/s nor greater than 5.00 m/s in urban areas. It is also observed that in the distribution networks it presents diameters from 75 mm to 280 mm as nominal diameters, of class A-10, of PVC material as indicated by the technical design standard: technological options for sanitation systems in the rural area (2018).

Keywords: Drive line, sustainable sanitation, sanitation systems, sanitary flow.

INTRODUCCIÓN

En el sector 352 distrito de Carabayllo ubicado en el departamento de Lima se presenta diversos problemas de enfermedades entre los habitantes especialmente por no contar con un adecuado sistema de saneamiento.

Al no contar con los servicios de agua potable y alcantarillado los habitantes del sector 352 del distrito de Carabayllo crecenta un impacto negativo en el medio ambiente porque se desecha y emanan malos olores presentado muchas inundaciones que a su vez traen muchas enfermedades e insectos.

Por lo tanto, está presente investigación tiene como objetivo realizar el mejoramiento de un sistema integral de saneamiento básico del sector 352 del distrito de Carabayllo y brindar soluciones a las ineficiencias de la red hidráulica de agua potable y alcantarillado, de esta manera mejorar el impacto ambiental e incentivar a futuras generación para habitar el sector 352.

En el capítulo I se detalla el problema, así como también la importancia, justificación y delimitación del estudio y se procede a detallar el objetivo general y objetivos específicos. En el capítulo II se detallan las investigaciones relacionas con el tema de investigación en los ámbitos de internacional y nacional; se expone las estructura teórica y científica que sustenta al estudio y por último la definición de los términos básicos.

En el capítulo III, se formula la hipótesis principal y las hipótesis secundarias; además se plantean las variables independientes y dependientes de la investigación.

En el capítulo IV se exponen la metodología de estudio, tipo, nivel, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad, el procedimiento para la recolección de datos y técnicas de procedimiento.

En el capítulo V se detallan y presentan los análisis y resultados de la presente investigación con ayuda de los programas WaterGEMS y SewerGEMS el mejoramiento de la red hidráulica de agua potable y alcantarillado también se realiza la constatación de las hipótesis.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

En diferentes lugares del mundo existe una clara injusticia en la distribución y el manejo del agua, la globalización prolifera notoriamente la cantidad de competidores por las fuentes locales de agua, agente que influye en el incremento de la demanda y menor disponibilidad de agua en óptimas condiciones para el consumo humano (Hendriks, 2016).

Donde vemos un gran problema del servicio de agua potable no cubre la necesidad de toda la población, “la comunidad internacional no logra asegurar la disponibilidad de agua potable ni el saneamiento para todos sin discriminación, incluidas las generaciones futuras. Se estima que unos 1.800 millones de personas no tienen acceso al agua potable” (Onda, 2019, p. 880) “que alrededor de 2200 millones de personas no tienen acceso a este servicio, en consecuencia, alrededor de 29700 niños mueren al año por enfermedades de salubridad a causa de ello” (ONU, 2012, p. 15). Así mismo la gran mayoría de personas no cuentan con el servicio de agua potable, debido a que solo 7 de cada 10 personas en el mundo tienen acceso a este servicio, de la misma manera 6 de cada 10 personas no tienen acceso a la extracción de aguas servidas (Mamani & Torres, 2018),

Así mismo el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en su estudio de modelo para la toma de decisiones en saneamiento “Sistema de Diagnóstico Sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural”, indica que en el Perú el 77.1% está con cobertura de agua y el 30.2% de disposición sanitaria de excretas; menciona también que el 88.3% están a cargo las organizaciones comunales, del porcentaje mencionado el 68% reportan sus documentos de gestión, el 6.5% reportan sus manuales de operación y mantenimiento. En cuanto a la continuidad, cloración y cuota familiar indica que, en el sector rural, el acceso al servicio de agua es de 19 horas, 43.1% de los sistemas en funcionamiento se cloran periódicamente y que el aporte de cuota familiar en los sistemas por gravedad con tratamiento es de 3.03 soles y sin tratamiento es de 1.72 soles (Flores & Huisa, 2020).

Lo que se observó en los sectores del distrito, donde actualmente falta el recurso elemental, esencialmente importante y necesario para la salud que es el acceso al agua y la razón principal son los problemas políticos y de corrupción que aquejan nuestra región. La falta de liderazgo y capacidad de gestión de varios alcaldes que pasaron la municipalidad, en varias oportunidades se intentó implementar la ampliación de agua

potable y saneamiento para mejorar la calidad de vida de los pobladores de bajos recursos y en situación de peligro.

Por lo tanto, podemos decir que los diferentes sectores de distrito de Carabayllo la población está muy preocupada porque están expuestos a enfermedades que pueden intentar contra su salud. El propósito de esta presentación es el desarrollo del proyecto para lo cual vamos a detallar los lineamientos y consideraciones para la preparación de estudio y ejecución de obra correspondiente.

1.2 Objetivo general y específico

1.2.1 Objetivo General

Realizar el mejoramiento de un sistema integral de saneamiento básico del sector 352 del distrito de Carabayllo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar la topografía y mecánica del suelo del área de estudio
- b) Determinar la población futura y caudal de diseño para el sistema integral de saneamiento.
- c) Realizar el modelo hidráulico y estructural para el sistema integral óptimo de saneamiento del sector 352 del distrito de Carabayllo.

1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática

1.3.1 Delimitación temporal

El tiempo del presente trabajo de tesis es de 6 meses, en los cuales los dos primeros meses nos encontramos en la esquematización del planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, marco teórico que engloba la definición básica teórica; el detalle se encuentra en el Anexo I

1.3.2 Delimitación espacial

El sector 352 se encuentra ubicado dentro del distrito de Carabayllo y este se ubica en las márgenes del río Chillón, en la provincia y departamento de Lima.

Las vías de principal acceso al distrito son la vía Tupac Amaru, Avenida Universitaria y la Panamericana Norte a la altura de los cruces con la vía Trapiche y el Ovalo de Puente Piedra.

- Distrito: Carabayllo
- Provincia: Lima
- Región: Lima

- Clasificación: Urbana
- Coordenadas:
 - Latitud Sur: 11° 53' 24" S
 - Longitud Oeste: 77° 4' 37" W
 - Altitud: 238 m s. n. m.
- Norte: Con cerros de la zona y el Río Chillón
- Sur: Con Av. Chimpu Oclo y cerros de la zona
- Este: Con cerros de la zona
- Oeste: Con el río Chillón



PLANO DE LOCALIZACIÓN

PROYECTO: Mejoramiento del Sistema Integral de Saneamiento Básico en el Sector 352 en el Distrito de Carabayllo			
PLANO: Localización del Sector 352		N° DE LÁMINA: 01	
UBICACIÓN: Carabayllo, Lima		FECHA: Agosto 2022	
RESPONSABLES: Farias García, Keymi Yael Ruiz Balvín, Cristian Carlos	DISEÑO: Farias García, Keymi Yael Ruiz Balvín, Cristian Carlos	ESCALA: S/E	PLANO: U-01

Figura N° 1: Ubicación del Sector 352 en el distrito de Carabayllo

Fuente: Elaboración Propia

1.4 Delimitación de la Temática

La línea de investigación es sobre la ingeniería hidráulica específicamente en el saneamiento básico del sector 352 en el distrito de Carabayllo. En la actualidad dicho sector no cuenta con dicho servicio.

1.5 Justificación e Importancia del estudio

1.5.1 Justificación Teórica

La presente tesis se basa en dar solución a los problemas de salud de la población actual ante la falta de saneamiento básico en el sector 352 del distrito de Carabayllo. Para brindar una solución a un problema existente, se deben desarrollar parámetros de diseño y se debe diseñar el nuevo sistema propuesto usando software de ingeniería. Esto es para proporcionar a las personas un nuevo sistema de saneamiento básico que probablemente mejore su estado de salud.

1.5.2 Justificación Práctica

La investigación contempla el mejoramiento del saneamiento básico en el sector del distrito de Carabayllo, donde se espera obtener un documento de factibilidad para proyectar un sistema óptimo de saneamiento básico, en el cual se ofrecerá una variedad de planos de diferentes elementos como la cámara de captación, reservorio, líneas de conducción, aducción y distribución, que forman el sistema de mejora del servicio de saneamiento básico. Por tal motivo, el modelado del sistema propuesto se realizará en los programas WaterGEMS y SewerGEMS.

1.5.3 Justificación Social

La investigación pretende dar un aporte significativo a la localidad del sector 352 del distrito de Carabayllo, porque se van a beneficiar en esta investigación 7,713 familias, un equivalente a 32, 227 personas que van a mejorar sus condiciones de vida en cuanto a disminución de las enfermedades de origen hídrico podrán generar mayor limpieza en sus viviendas, aseo personal, etc.

El mejoramiento del servicio básico busca brindar un beneficio a las familias porque ya no perder más tiempo en desplazarse largos tramos a los puntos en donde obtienen el agua, además de no perder más tiempo al día, ya que no caminarán kilómetros porque llegará el agua potable directamente a su

vivienda las 24 horas del día sin interrupciones y la ausencia de un sistema de alcantarillado va asociado a la transmisión de enfermedades como el cólera, la diarrea, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis, y agrava el retraso del crecimiento.

1.5.4 Justificación Ambiental

El mejoramiento e instalación de un adecuado sistema de saneamiento, es lo principal para la eliminación focos de contaminación, así como la reducción de la morbilidad local que refleja menores costos por atención de salud en la población a beneficiarse.

La presente investigación tiene el deseo de mejorar y contar con un sistema sanitario al interior de las viviendas, para la deposición de excretas, la eliminación de olores desagradables y proliferación de moscas y otros vectores de enfermedades.

Esta presente investigación beneficiara a las localidades beneficiarios, al carecer de un sistema adecuado de saneamiento y agua a toda la población de estudio.

1.5.5 Importancia

La presente investigación tiene como finalidad mejorar el sistema integral de saneamiento en el sector 352 del distrito de Carabayllo garantizando un servicio de calidad y permanente, esto ayudara a tener una mejor calidad de vida a toda la población de estudio, asimismo se busca llegar a toda la población manteniendo el agua y saneamiento con las condiciones adecuadas; Adicional a ello la presente investigación está basado en el uso del modelo numérico en el cual podemos tener cálculos exactos de los caudales, presiones y diámetros de tuberías de acuerdo a la necesidad de la población actual y futura sin restricciones o deficiencias.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de Investigación

2.1.1 Investigaciones Internacionales

Carreño y Castro (2021) Realizaron una tesis titulada “Estudio y diseño de alcantarillado sanitario y pluvial en la comunidad las gradas, Cantón Guaranda” Escuela superior politécnica del litoral, Guayaquil, Ecuador. Investigación para obtener el grado de ingeniero civil. Tuvo como objetivo general diseñar los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, mediante un análisis técnico, económico y ambiental con el fin de lograr que los habitantes tengan acceso a un servicio básico de saneamiento que mejore su calidad de vida La metodología que se empleo fue tipo aplicada y Diseño no experimental. El autor concluye que el diseño final del sistema de alcantarillado para el condominio fue de una longitud de tubería de 4732 metros y 140 buzones que se colocaron en cada cambio de dirección, Así mismo el diseño final de alcantarillado para aguas pluviales cuenta con una longitud de tubería de 5415 metros y 188 buzones. Finalmente podemos concluir que la investigación nos aporta que los resultados del análisis de alternativas y los factores técnicos, económicos, sociales e impacto ambiental, establecieron que la propuesta de diseño óptima para esta población es un sistema de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial convencional.

Serna (2020), realizó una tesis titulada “Diagnóstico para la implementación de un plan de saneamiento básico en la vereda el Zarzal la luz y el acueducto Aveza” para optar el grado académico de Ingeniero ambiental en la Universidad Tecnológica de Antioquia, Medellín, Colombia. Tuvo como objetivo general realizar un diagnóstico ambiental para la implementación de un plan de saneamiento básico. Se empleó una metodología cualitativa, con un diseño no experimental. El del autor concluye que gran parte de la problemática tiene origen doméstico, esto debido a la higiene deficiente, poca información y capacitación, sumado a eso la mala segregación de residuos, los vertimientos de aguas negras y el inadecuado uso al suelo, debido a esto es fundamental informar y capacitar a los ciudadanos y llevar a cabo actividades que logren mitigar esta problemática. Finalmente podemos concluir la importancia de implementar un plan de saneamiento básico,

teniendo este como principales beneficios la mejora de la calidad de vida de los pobladores y de los procesos productivos, sumado a esto, el plan lograra, que tanto la población y el acueducto sigan con sus actividades.

Chavarra y Mejía (2018), realizaron una tesis titulada “Diseño de plan de saneamiento básico mediante la implementación de soluciones prácticas que respondan a las problemáticas de la Finca Piscícola la Veraka” para optar el grado académico de Ingeniero Ambiental en la Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. Tuvo como objetivo general desarrollar un plan de saneamiento básico mediante la implementación de soluciones prácticas, que respondan a las problemáticas de la granja piscícola La Veraka. La metodología desarrollada en el proyecto fue una Investigación acción - participativa. Las conclusiones del autor fueron que la población lograra desarrollar todos sus proyectos de producción de una manera eficiente, reduciendo los riesgos por contaminación ya sea química biológica o física, que pueden llegar a los productos, equipos, ambiente, personal o instalaciones, además se cuenta con 04 programas, que son limpieza y desinfección, abastecimiento de agua potable, prevención y control de plagas y la gestión de residuos tanto líquidos como sólidos.

2.1.2 Investigaciones Nacionales

Halanoca (2022), realizó una tesis titulada “Diagnóstico y valoración económica del servicio de agua potable y saneamiento básico en el centro poblado de Chatuma” para optar el grado académico de Ingeniero Agrícola en la Universidad Nacional del Altiplano, tuvo como objetivo general realizar el diagnóstico y valoración económica del servicio de agua potable y saneamiento básico en el centro poblado de Chatuma. La investigación es de tipo observacional, prospectivo y transversal en función a las características de la investigación y pertenece a un nivel descriptivo. El autor tuvo como principales conclusiones que la sostenibilidad del sistema estudiado fue de 3.44 pts., esto quiere decir que es un sistema moderadamente sostenible y de regular estado de conservación. La gran mayoría de las problemáticas se podrán solucionar aplicando el diagnóstico y valoración económica, volviendo así el sistema sostenible. Finalmente se logró concluir que la investigación dio el aporte sensibilizar el uso y beneficio del recurso hídrico, creando hábitos que puedan optimizar el uso del agua doméstico. Así mismo

dar la seguridad y confianza a los pobladores de que están pagando por un servicio justo y adecuado, garantizando así que el dinero está invertido para diferentes obras, trabajos de operación y mantenimiento.

Chichipe y Grandez (2020), realizaron una tesis titulada “Diseño del saneamiento básico, Pueblo Joven 16 de octubre, distrito Huancas-Chachapoyas-Amazonas, 2019” para optar el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo general proponer un diseño de sistema de saneamiento básico para el pueblo joven 16 de octubre, distrito Huancas-Chachapoyas-Amazonas, 2019, el diseño de la investigación es descriptivo propositivo, no Experimental. Las conclusiones del autor fueron que el diseño de saneamiento va a satisfacer la necesidad de agua y desecho de excretas de la población, mejorando así la calidad de vida y garantizando la continuidad de los servicios brindados, siguiendo así los lineamientos del Ministerio de vivienda y construcción. Finalmente podemos concluir que esta investigación nos aporta que tanto los estudios básicos y el diseño de saneamiento es de gran importancia para llevar a cabo el proyecto, acorde a la realidad, cumpliendo siempre con la normativa vigente.

Moreno (2018), realizó una tesis titulada “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío pampa hermosa alta, distrito de Usquil – Otuzco – La libertad” para optar el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo general realizar el diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío pampa hermosa alta, distrito de Usquil – Otuzco – La libertad. La investigación fue de tipo descriptivo con un diseño no experimental. Las conclusiones del autor fue que el diseño del sistema de agua potable de acuerdo con las normas vigentes y al Reglamento Nacional de Edificaciones, con un periodo de diseño de 20 años, una población de 415 habitantes distribuidos en 83 viviendas proyectando una captación de manantial de ladera en la cota 2631.08 msnm con una altura de 188.05m con relación el reservorio de volumen 15 m³ el cual almacenara el agua se tratara mediante el sistema de cloración. Las conclusiones que obtuvimos fueron que se diseñó correctamente el sistema de saneamiento básico rural tomando en cuenta la distancia entre viviendas,

planteando unidades básicas de saneamiento (UBS), ubicados en cada vivienda de manera adecuada para su buen funcionamiento.

Mamani y Torres (2018), realizaron una tesis titulada “Sistema de agua potable, saneamiento básico y el nivel de sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes- Apurímac, 2017” para optar el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Tecnológica de los Andes, tuvo como objetivo general Determinar cuál es el nivel de sostenibilidad en el sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017. La investigación es de tipo básica, beneficiará a futuros proyectos de sistema de agua potable y saneamiento en el aspecto económico y de sus usuarios en el aspecto económico, social y cultural. El autor concluye que el nivel de sostenibilidad del sistema de agua potable de la población estudiada es medianamente sostenible con un puntaje de 3.63, requiriendo así una intervención si se quiere mejorar este puntaje. Finalmente podemos concluir que, en esta tesis, el saneamiento básico y el sistema de distribución de agua potable requieren de una inversión para que el sistema funcione de manera eficiente, teniendo así una sostenibilidad en el tiempo.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Sistemas de abastecimiento de agua

Uno de los criterios básicos para lograr la sustentabilidad en un sistema de abastecimiento de agua es que la elección de la tecnología y el nivel de servicio se debe basar en las condiciones físicas, económicas, sociales y culturales de las comunidades a las que se sirve el servicio; Para ello, es importante conocer, identificar o seleccionar el tipo de sistema o servicio que mejor se adapte a la comunidad. (OPS, 2006, pág. 9).

a) Sistema convencional

Son los proveedores del servicio público de agua a nivel domiciliario a través de conexiones domiciliarias, a través de un sistema de distribución de agua diseñado para entregar agua en calidad y cantidad establecidas. (OPS, 2006, pág. 9).

b) Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento

Son sistemas cuya fuente son las aguas subterráneas o freáticas. El primero sobresale de la superficie del suelo en forma de manantiales y el segundo es captado por galerías filtrantes. En estos sistemas de abastecimiento, dado que el agua se filtra a través del subsuelo poroso, la desinfección puede no ser tan exigente. La peculiaridad de este tipo de sistema de abastecimiento radica en la captación, en cuyo caso los manantiales pueden provenir de la ladera o del fondo, y filtrar las galerías mediante desagües subterráneos (OPS, 2006, pág. 10).

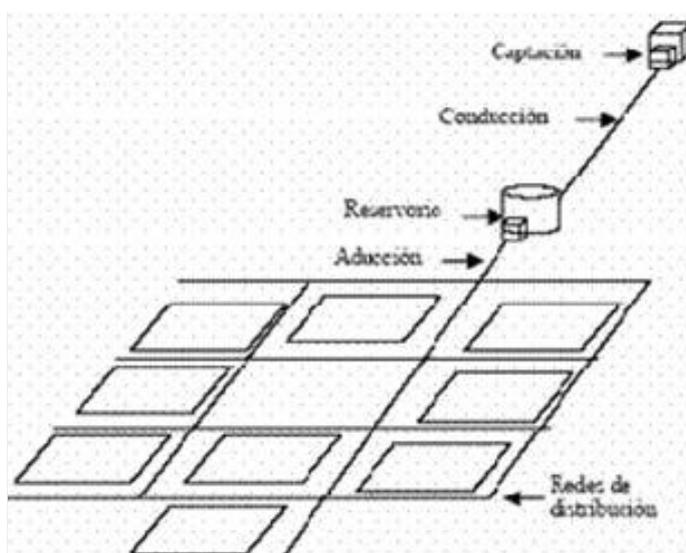


Figura N° 2: Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento.

Fuente: (OPS, 2006, pág. 10)

Tabla N°1: Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento

Ventaja	Desventaja
Mínima operación y mantenimiento	Por su origen el agua puede contener un alto contenido de sales disueltas
Bajo costo de inversión	
Bajas tarifas por el servicio	
Sistema altamente confiable	
No requiere tratamiento de clarificación	
Bajo o nulo contenido de coliformes y puede ser usado sin desinfección permanente	

Fuente: (OPS, 2006, pág. 10)

c) Sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento

Abastecimiento de agua por red de distribución desde fuentes superficiales a tratar y ubicadas en la parte alta de la ciudad. (OPS, 2006:11). Las fuentes de agua para estos sistemas incluyen agua superficial que fluye en canales, zanjas, ríos, etc., las cuales deben limpiarse y desinfectarse. Este tipo de sistemas están equipados con plantas de tratamiento diseñadas de acuerdo con las cualidades físicas, químicas y bacteriológicas del agua cruda. (OPS, 2006:11).

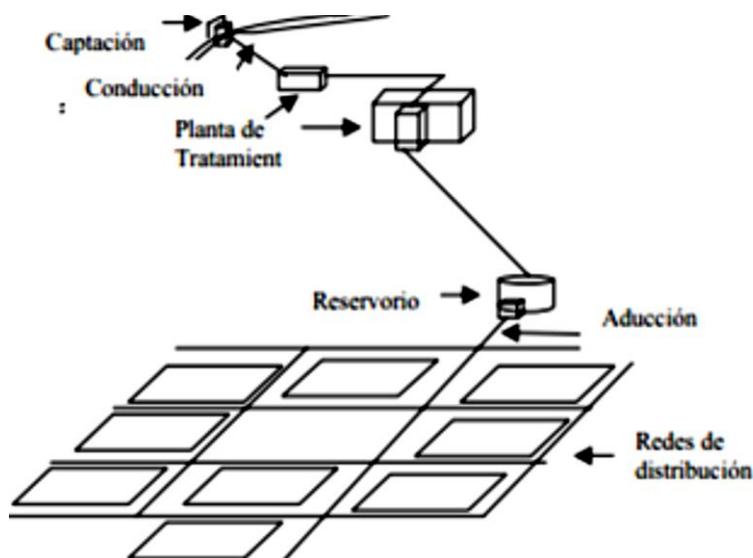


Figura N° 3: Sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento.

Fuente: (OPS, 2006, pág. 11).

Tabla N°2: Sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento.

Ventaja	Desventaja
Mejora la calidad del agua.	Se requiere personal capacitado para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.
	Es posible que necesite el uso de productos químicos para tratar el agua.
Por lo general, el agua está disponible las 24 horas del día.	Desinfección requerida

Nivel de servicio de acometida domiciliaria y/o canalización pública

Mayores costos de operación y mantenimiento para los sistemas OST

Tarifas altas

Puede ser un medio de transmisión de enfermedades

Fuente: (OPS, 2006, pág. 11)

d) Sistema de abastecimiento de agua por bombeo sin tratamiento

Estos incluyen sistemas en los que el agua subterránea o las válvulas de alivio están en el nivel mínimo local o por debajo del mismo y requieren algún tipo de dispositivo electromecánico para llevar el agua a un nivel accesible. (OPS, 2006, pág. 12).

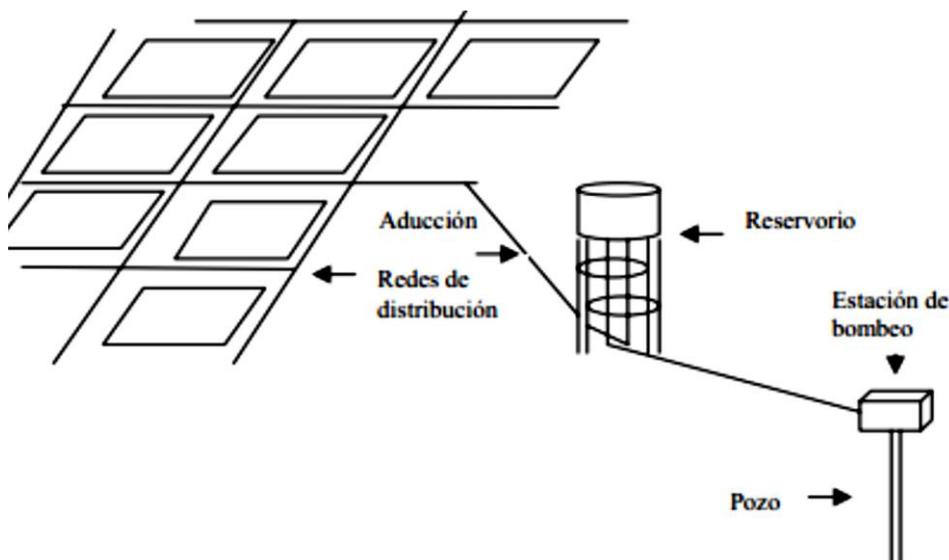


Figura N° 4: Sistema de abastecimiento de agua por bombeo sin tratamiento.

Fuente: (OPS, 2006, pág. 12)

Tabla N°3: Sistema de abastecimiento de agua por bombeo sin tratamiento.

Ventaja	Desventaja
No es necesaria la desinfección	Requiere personal especializado para operar y mantener el sistema

Requiere una inversión sustancial para implementar

Reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con el agua

Alta tarifa de servicio.

El servicio puede verse interrumpido porque la tarifa no permite atención las 24 horas

Fuente: (OPS, 2006, pág. 12)

2.2.2 Elementos de un sistema de abastecimiento

a) Captación.

Es el lugar donde se toma el agua para su tratamiento y luego se distribuye de acuerdo con el sistema de nivel de cada edificio específico, incluyendo una serie de estructuras auto recolectoras. La captación de un manantial debe hacerse con todo cuidado, protegiendo el lugar de afloramiento de posibles contaminaciones, delimitando un área de protección cerrada.

La captación de las aguas superficiales se hace mediante bocatomas, en algunos casos se utilizan galerías filtrantes, paralelas o perpendiculares al curso de agua para captar las aguas que resultan así con un filtrado preliminar. La captación de las aguas subterráneas se hace mediante pozos o galerías filtrantes.

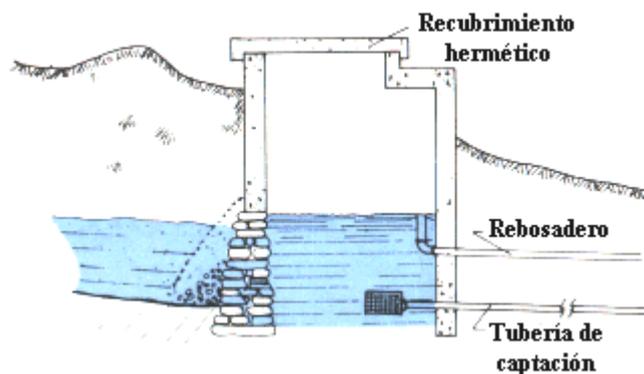


Figura N° 5: Vista de corte de la captación de un manantial

Fuente: (CIDTA 2020)

b) Sedimentador

Es un separador o filtro primario cuyo funcionamiento consiste en utilizar la fuerza de la gravedad para separar una partícula con una densidad superior a la de un líquido, en este caso agua, hacia una superficie o zona de almacenamiento. Para una separación efectiva, la fuerza de gravedad también debe ser lo suficientemente grande en relación con sus efectos opuestos: los efectos de turbulencia, fricción, repulsión electrostática, corrientes de convección, etc. Para facilitar la comprensión entre los fenómenos involucrados, es necesario distinguir entre los efectos asociados con el movimiento de partículas y los efectos asociados con el movimiento de fluidos. (Calvache, y otros, 2002, pág. 7).

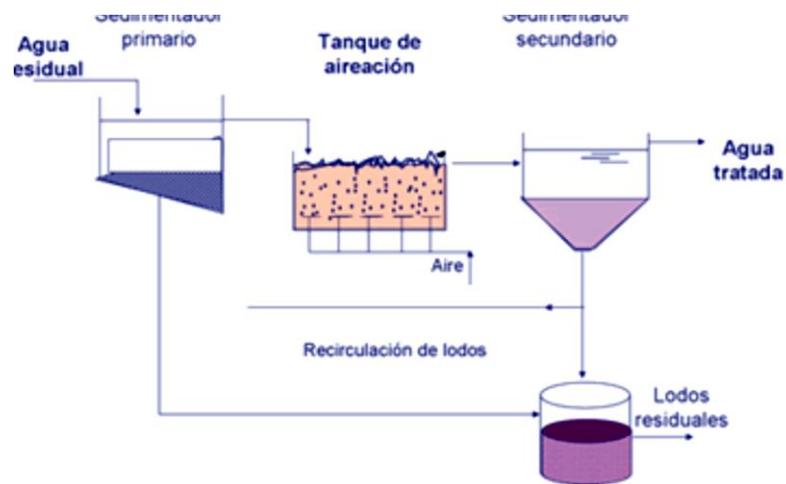


Figura N° 6: Esquema referencial del funcionamiento de un sedimentador.

Fuente: (Rangel, 2010, pág. 10)

c) Filtro lento

La filtración es el proceso por el cual el agua se separa de los sólidos en suspensión haciéndola pasar a través de una sustancia porosa. En la práctica, este material poroso suele ser arena. Hay dos tipos de filtros de arena, de acción lenta y de acción rápida. En los filtros lentos, el agua se mueve por gravedad a través de la arena a baja velocidad, la separación de sólidos se produce a medida que el agua atraviesa los poros de la capa filtrante y las partículas se adhieren a las partículas de arena. Filtros rápidos de arena La principal característica distintiva de estos filtros es la eliminación de partículas relativamente grandes en suspensión mediante procesos físicos. Durante el funcionamiento, estos sólidos se acumulan en

la parte superior del medio filtrante. Además, los filtros de arena de acción rápida requieren una limpieza de refluo compleja. (Llaza, 2016, pág. 4).

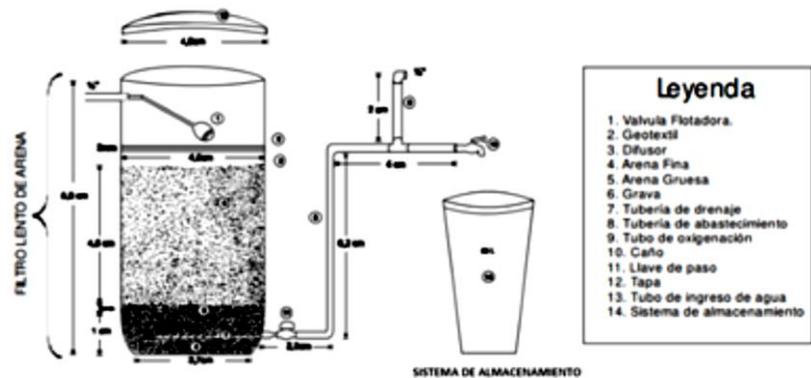


Figura N° 7: Esquema referencial de un sistema de filtro lento
Fuente: (Llaza, 2016, pág. 10)

d) Línea de conducción

Es la estructura que permite conducir el agua desde la captación hasta la siguiente estructura, que puede ser un reservorio o planta de tratamiento de agua potable. Este componente se diseña con el caudal máximo diario de agua; y debe considerar anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe presión, cruces aéreos, sifones.



Figura N° 8: Línea de conducción.
Fuente: (Llaza, 2016, pág. 10)

e) Cámaras rompe presión

Son estructuras pequeñas, cuya función principal es reducir la presión hidrostática a cero a la atmósfera local, crear un nuevo nivel de agua y crear una zona de presión dentro de los límites operativos de la tubería. (Ricardo, 2016, pág. 2).

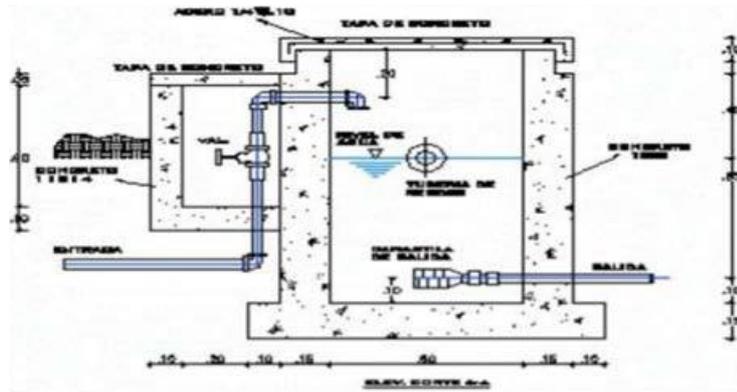


Figura N° 9: Cámara rompe presión.

Fuente: (Ricardo, 2016, pág. 6)

f) Reservorio de almacenamiento

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente (Agüero, 1997, pág. 77).

Un sistema de abastecimiento de agua potable necesita un tanque de almacenamiento donde el rendimiento aceptable de la fuente sea menor que la hora de débito máxima (Q_{mh}). En caso de que la eficiencia de la fuente sea mayor a Q_{mh} , no se considera el tanque y se debe asegurar que el diámetro de la vía sea suficiente para conducir el caudal máximo horario (Q_{mh}), que permita cubrir el requerimiento estándar de uso residencial. (Agüero, 1997, pág. 77).

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas) (Agüero, 1997, pág. 78).

Partes internas del reservorio En las partes internas del Reservorio se encuentran los siguientes accesorios:

- Válvula de Entrada: Permite el ingreso del agua de la captación.
- Válvula de Salida: Permite el paso del agua del reservorio a la red de distribución.
- Válvula de Paso o By Pass: Sirve para que el agua pase de la captación a la red de distribución.
- Válvula de Limpieza: Sirve para sacar el agua cuando se limpia.
- Cono de rebose: Su función es dejar salir el agua que sobrepasa el nivel de almacenamiento.
- Canastilla: Su función es no dejar pasar a la red de distribución, objetos extraños que pudieron haber caído al reservorio, funcionando como una coladera.
- Tubo de desagüe: sirve para eliminar el agua que rebosa y también para eliminar el agua cuando se hace la limpieza y la desinfección.

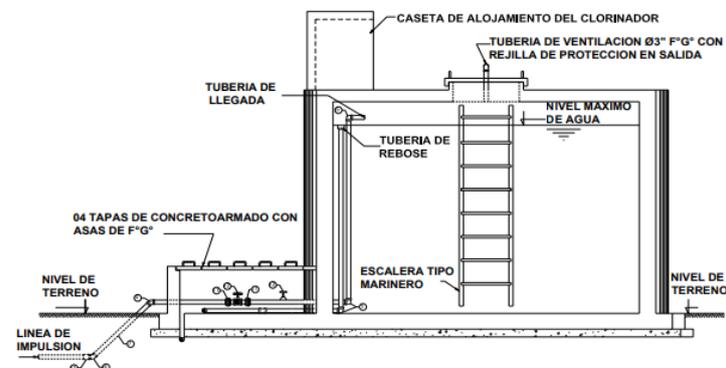


Figura N° 10: Reservorios de almacenamientos.

Fuente: (Agüero, 1997, pág. 78)

Capacidad del tanque de almacenamiento Todo el sistema de agua potable dispone de un volumen de agua almacenada para efectuar la regulación entre la producción de agua y la extracción para el consumo de la población. (Magne, 2008).

La capacidad del tanque de almacenamiento tiene que ser igual al volumen que resulte mayor de las siguientes consideraciones:

- Volumen de regulación
- Volumen contra incendio

- Volumen de emergencia o reserva



Figura N° 11: Esquema de tanque de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia

Para diseñar y obtener el volumen de un reservorio se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$V_{\text{reservorio}} = V_{\text{regulación}} + V_{\text{contra incendios}} + V_{\text{emergencia}}$$

Donde:

$$V_{\text{regulación}} = (18 - 25\%) * MDD$$

$$V_{\text{contra incendios}} = \text{Depende de la poblacion actual}$$

$$V_{\text{emergencia}} = (7 - 10\%).V_{\text{regulacion}}$$

$$MDD = P_s \cdot \text{Dot}(\text{Expresado en m}^3/\text{d})$$

Donde:

$$MDD = \text{Caudal promedio (l/s)}$$

$$\text{Dot} = \text{Dotación (l/hab/día)}$$

g) Red de distribución

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de equipos que la empresa distribuidora debe encaminar desde el o los puntos de captación y tratamiento para asegurar que se suministra a los clientes en condiciones adecuadas a sus necesidades. Este nivel de satisfacción incluye una cantidad muy grande de componentes, algunos de los cuales son medibles

y otros no, y entre ellos podemos destacar la calidad, el caudal, la presión, la continuidad del suministro y el precio. (Molía, s.f., pág. 3)



Figura N° 12: Red de distribución de agua potable.

Fuente: (Red de distribución de agua, s.f.)

2.2.3 Importancia de los Sistemas de Saneamiento

La principal importancia de los sistemas de saneamiento radica en que permite a las personas disponer de agua potable y de un sistema de recolección de las aguas servidas; esto a su vez tiene un impacto directo en dos aspectos claves del desarrollo humano, a decir, la erradicación o minimización de enfermedades, y la mejora de la economía local de los beneficiados.

La importancia de los sistemas de saneamiento en la erradicación o minimización de las enfermedades radica en que la disposición de agua potable permite incorporar la higiene dentro las rutinas de las familias, lo que, claramente tiene un efecto benéfico en la minimización de ingesta de bacterias, virus y demás patógenos que ponen en riesgo la vida de las familias que no disponen del líquido elemento. Asimismo, la disposición de sistemas de recolección de aguas servidas permite retirar de forma segura material biológico producto del desecho de las actividades diarias, desde las viviendas hasta un sistema de desagüe, esto como es obvio, evitará la contaminación de ambientes donde las personas residen, asimismo, se evitará la contaminación de los alimentos, logrando un efecto positivo.

El saneamiento básico es la tecnología menos costosa que permite la eliminación higiénica de heces y aguas residuales y crea un ambiente limpio y saludable tanto en el hogar como cerca del usuario. El acceso al saneamiento básico incluye seguridad y privacidad en el uso de estos servicios. La cobertura se refiere a la proporción de personas que utilizan servicios de saneamiento mejorados. (Organización mundial de la salud (OMS)).

El saneamiento básico comprende un conjunto de técnicas, acciones de salud pública y socioeconómica cuyo fin es lograr mayores niveles de salud. La gestión sanitaria del agua potable incluye aguas residuales, desechos orgánicos como heces y desechos de alimentos, desechos sólidos y prácticas higiénicas para reducir los riesgos para la salud y prevenir la contaminación. Su objetivo es promover y mejorar las condiciones de vida en las zonas urbanas y rurales. El uso del término "sanitario" varía entre los ingenieros sanitarios en diferentes países. Por ejemplo, en Cono Sur, Bolivia y Perú, el significado es amplio, como en la definición mencionada anteriormente. Sin embargo, en otros países de América Latina, los usos son a veces más limitados e incluyen alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, con excepción del suministro de agua limpia. (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS)).

2.2.4 Diseño de un sistema de abastecimiento de agua

a) Período de diseño

En las obras de ingeniería civil, se entiende por periodo de diseño el número de años que una determinada estructura debe realizar efectivamente la obra para la que está diseñada. (Cualla, 1995)

La vida útil del diseño se puede definir como la cantidad de tiempo que un sistema funcionará de manera eficiente, ya sea debido a su capacidad para generar los costos deseados o debido a la solidez física de la instalación. (Arocha, 1979)

La vida de diseño se determina teniendo en cuenta factores tales como: durabilidad o vida útil de la instalación, viabilidad de construcción y escalabilidad o reemplazo, tendencias en la población y capacidad de financiación.

Tabla N°4: Período de diseño para varios tipos de componentes

Tipos de componentes	Periodos de diseño en años
Fuentes Superficiales	20-30
Obras de Captación	20-30
Pozos	20-30
Plantas de Tratamiento	20-30
Líneas de conducción	20-40
Tanques de almacenamiento	30-40
Equipo de Bombeo	30-40
Red de Distribución	20

Fuente: Adaptación de la Norma Técnica Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Rurales y Urbano – Marginales (1994)

- Factores en el periodo de diseño

Los factores que intervienen en la selección del período de concepción son: La vida útil de las estructuras y equipos tiene en cuenta la obsolescencia, el desgaste y los daños. Futura ampliación y planificación de las fases de construcción del proyecto Cambios en el proceso de desarrollo económico y social de la población Comportamiento hidráulico de la estructura cuando no opera a plena capacidad (López, 1995).

Tabla N°5: Vida útil en años

Elemento	Vida útil (años)
Pozo	
a) Obra civil	10 a 30
b) Equipo electromecánico	8 a 20
Línea de conducción	20 a 40
Planta potabilizadora	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	15 a 20
Estación de bombeo	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	8 a 20
Tanque	
a) Obra civil	20
b) Equipo electromecánico	40

Fuente: Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (2009)

b) Métodos de estimación de la población futura

Los métodos más utilizados para estimar poblaciones futuras son:

- Método racional

En este caso, para determinar la población se realiza un estudio socioeconómico del sitio teniendo en cuenta el aumento natural en función de la natalidad, defunción, inmigración, emigración y población flotante. El método más utilizado para calcular la población futura en las zonas rurales es el método analítico y, a menudo, numérico del crecimiento. Este método se utiliza para calcular poblaciones considerando que estas poblaciones crecen como un aditivo y que están cerca del límite de saturación. La fórmula aritmética de crecimiento es (Agüero, 2017)

$$Pf = Pa (1 + rt / 1000)$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t = Tiempo en años.

- Método Aritmético

Este método consiste en agregar a la población del último censo un número fijo de habitantes para cada período en el futuro. En esencia este método de Estimación de Poblaciones Futuras se corresponde con una línea recta, en el que la pendiente se corresponde con la tasa de crecimiento aritmética del último período intercensal. (López, 2003, p.38)

$$P_f = P_o + r(t - t_o)$$

Donde:

P_f = Población a calcular

P_o = Población inicial

r = Razón de crecimiento: $r = ((P_{i+1}) - P_i) / ((t_{i+1}) - t_i)$

t = Tiempo futuro

t_o = Tiempo inicial

- Método geométrico

Este método se usa cuando la población está en su iniciación o periodo de saturación, más no cuando se encuentra en franco crecimiento. Correspondiéndole la siguiente fórmula:

$$P = P_0 * r^{(t-t_0)}$$

Donde:

P = Población a calcular

t = Tiempo n que se calcula la población

t₀ = Tiempo inicial

r = Factor de cambio de las poblaciones

c) Factores que afectan el consumo

Los principales factores que afectan el consumo de agua son: el tipo de comunidad, los factores económicos y sociales, los factores climáticos y el tamaño de la comunidad. Ya sea que la población sea rural o urbana, se deben tomar en cuenta las subsistencias, la industria, el comercio, el consumo público y las pérdidas. Las características económicas y sociales de una población se pueden destacar a través del tipo de vivienda, es importante la variación en el consumo debido al tipo y tamaño de la edificación. El consumo de agua también varía con el clima, según la temperatura y la distribución de las precipitaciones; mientras que los cambios en el consumo per cápita están directamente relacionados con el tamaño de la comunidad (Chavarro & Mejía, 2018).

d) Consumo

El consumo neto es la cantidad de agua usada efectivamente en cada una de las actividades que se realiza en una localidad.

- Consumo doméstico

El consumo doméstico de agua puede variar en mayor o menor medida, en función de los hábitos de saneamiento de los habitantes, el nivel y desarrollo de la vida de la ciudad, las instalaciones de servicio disponible, la tarifa, las condiciones climáticas, las estaciones del año, etc. por lo que es difícil establecer un número. Sin embargo, como referencia, la ingesta básica de agua doméstica se estima en unos 75 a 80 l/h/día, incluidas las necesidades fisiológicas, el uso culinario y la necesidad de lavar, bañar, higienizar, etc. Sin embargo, a esta cantidad

se le debe sumar una cierta cantidad de consumo, que varía según la localidad o ciudad y según factores previamente publicados (Unda, 2018).

e) Consumo público

Este gasto de agua está relacionado con el consumo de los edificios de uso público, colegios, cuarteles, hospitales, baños públicos, piscinas públicas, mataderos, mercados, grifos públicos, lavado de calles, riego de huerta, piscina, bombero y lavado de vida. Alcantarillado común. Sin embargo, es muy variable, ya los solos efectos de indicar un caudal muy general, se puede estimar en torno a los 30 a 40, o incluso más, l/h/d. Las tarifas de agua que cobran las empresas de servicios públicos suelen ser demasiado altas y se deben en gran parte a la negligencia (Unda, 2017).

f) Dotación

El consumo o dotación es la cantidad de agua usada efectivamente en cada una de las actividades que se realizan en una comunidad (López, 1995). La dotación diaria promedio anual por residente se fijará sobre la base de una investigación de consumo técnicamente sólida, respaldada por información estadística verificada. (Reglamento nacional de edificaciones, consideraciones básicas de la norma os.100 para el diseño de infraestructura sanitaria).

Tabla N°6: Dotaciones según tipo de uso y clima (para sistemas urbanos).

Tipo de uso	Clima frío	Clima cálido
Para sistemas con conexiones domiciliarias	180	200
Programa de viviendas con lotes de área menor o igual a 90 m ²	90	
Para programas de vivienda	120 L/Hab/d	150 L/Hab/d
Para el sistema de suministro indirecto del distribuidor para camiones cisterna o piletas públicas	30 L/Hab/d	50 L/Hab/d

Fuente: (1) Norma OS.100 Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para los locales industriales, debe determinarse de acuerdo con el propósito de uso en el proceso industrial y tener motivos fundados. Para la autorización comercial será de aplicación la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificios. (Norma OS 0.100).

Tabla N°7: Dotaciones para instituciones educativas

Dotación con proyecto (l/h/d)			
Tipo UBS	Costa	Sierra	Selva
Arrastre hidráulico	90	80	100
Compostera	60	50	70
Hoyo seco	60	50	70

Fuente: Guía para elaboración de Proyectos de Agua y Saneamiento del PNSR.

UBS= Unidad Básica de Saneamiento. En lenguaje vulgar, baño o Servicio Higiénico.

g) Pérdidas de agua

La pérdida de agua en un sistema de abastecimiento de agua se calcula como la diferencia entre el volumen de agua producido y el volumen utilizado por los usuarios, expresado en porcentaje. A nivel nacional, las pérdidas sistémicas se conocen como Índice de Agua No Pagada o No Pagada (IANC o IANF) (López, 1995).

$$\text{IANC} = (\text{Volumen Producido} - \text{Volumen Consumido} / \text{Volumen Producido}) \times 100$$

h) Consumo total

El consumo total de la población se calcula, incrementando las pérdidas de agua. Se calcula con la fórmula (López, 1995).

$$\text{Consumo total} = (\text{Consumo neto} / 1 - (\text{IANC}/100))$$

i) Caudales de diseño de agua

- Caudal promedio diario

El caudal medio diario se define como el consumo medio diario a lo largo de un año. Se expresa como la relación entre el volumen total consumido por la población en un día. También se define como el caudal que corresponde al promedio de los caudales diarios utilizados por una determinada población, sobre un rango de valores medidos. Este caudal también se conoce como caudal medio anual.

Cuando los datos medidos no son suficientes, este caudal medio diario se obtiene de la relación entre el número de mano de obra necesaria y el parámetro de la población total (López, 1995)

$$Qmd = \frac{Pf \cdot D}{86400}, \text{ en L/s}$$

Donde

Qmd = caudal medio diario(L/s)

Pf = población futura

D = Dotacion en litros/ hab – dia

86400 = segundos que tiene un dia

- Caudal Máximo Diario y Caudal Máximo Horario

Consumo Máximo Diario (Qmd) y Consumo Horario (Qmh) El Consumo Máximo Diario se define como el día máximo de consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo horario máximo se define como el máximo de horas consumidas en el día de máximo consumo. Para el consumo máximo diario (Qmd), consideraremos entre el 120% y el 150% del consumo diaria media anual (Qm), se recomienda un valor medio del 130%.

$$QMD = Qmd \cdot c.v.d$$

Donde

$QM.D$ = Caudal máximo diario (L/s)

$Qm.d$ = Caudal medio diario (L/s)

$c.v.d.$ = coeficiente de variación diaria (k1)

En caso de consumo máximo horario (Qmh), se considerará una media diaria de 100% (Qm). Para poblaciones concentradas o cercanas a poblaciones urbanas, el valor no debe exceder el 150%. Los

coeficientes más utilizados y recomendados son el 130% para el consumo máximo diario (Q_{md}) y el 150% para el consumo máximo horario (Q_{mh}).

Consumo máximo diario (Q_{md}) = 1.3 Q_m (l/s).

Consumo máximo horario (Q_{mh}) = 1.5 Q_m (l/s).

$$Q_{m\acute{a}x.h} = Q_{MD} \cdot CVH$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}x.h}$ = Caudal máximo horario (L/s)

C.V.H = coeficiente de variación horaria (k_2)

El caudal máximo horario se usa en el diseño de:

- El diámetro de la línea de alimentación
- El diámetro de la red de distribución del sistema

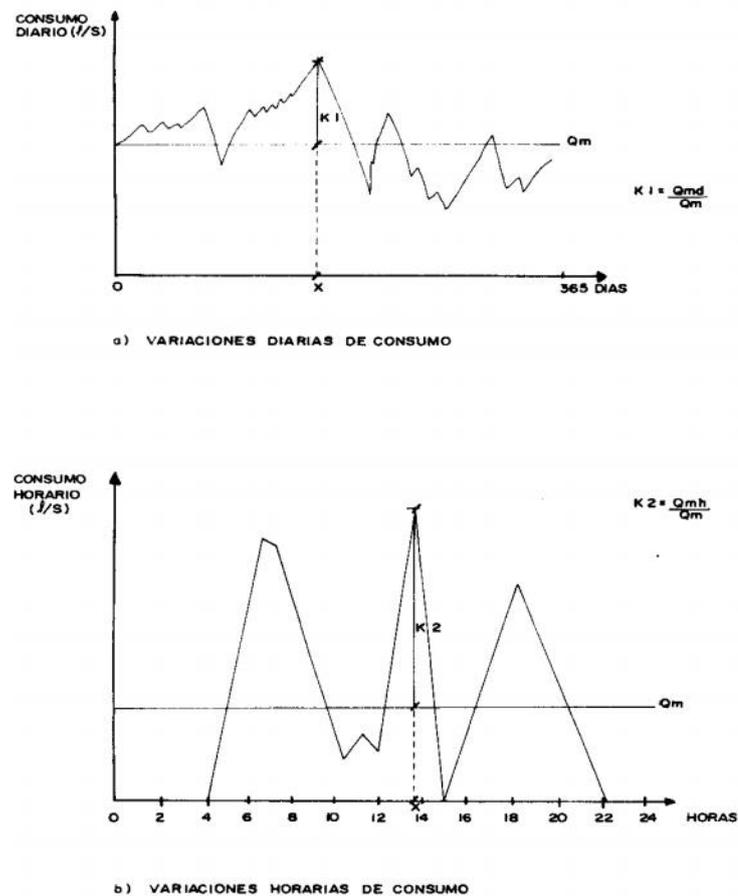


Figura N° 13: Variaciones de consumo

Fuente (Agüero, 2017)

j) Normatividad

- Reglamento Nacional de Edificaciones aprobado con el Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA y sus modificatorias.

OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano

OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano

OS.070 Redes de aguas residuales

OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria

- Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, aprobado con Decreto Supremo N° 350-2015-EF.
- Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado.
- Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento: LEY N° 26338

Para el desarrollo de la presente investigación se analiza con el Título III (De la prestación de los servicios de saneamiento, de Las entidades prestadoras y de los usuarios), Capítulo II (De las entidades prestadoras públicas) del presente reglamento, los artículos 24 al 29.

- Directiva N° 001-2011-EF/68.01 - Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública aprobada con la Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 y sus modificatorias.

2.2.5 Sistema de alcantarillado sanitario

Es una forma de transporte, manejo y evacuación de aguas residuales hasta un punto de descarga natural o una planta de tratamiento, donde se filtrarán las partículas sólidas contenidas en el fluido para luego transportarse hasta un cuerpo de agua natural, evitando dañar el medio ambiente (Cerquen, 2009).

Cabe resaltar que la topografía juega un importante papel, porque los sistemas de alcantarillado sanitario trabajan por gravedad y es necesario conocer las alturas del terreno del proyecto para colocar las tuberías con la pendiente adecuada.

Tipos de sistema

- Sistema de alcantarillado sanitario condominial Según RNE OS.070 (2009) es el sistema de abastecimiento de alcantarillado que considera al condominio como unidad de atención del servicio, siendo éste un conjunto de lotes perteneciente a una o más manzanas

- Sistema de alcantarillado sanitario convencional Según Leiva (2015) es el sistema de alcantarillado más popular utilizado para la evacuación de los caudales residuales. Consiste en redes colectoras ubicadas generalmente de forma alineada al eje de las calles e instaladas con pendiente a favor de la gravedad, donde las conexiones domiciliarias se realizan directamente a ellas.

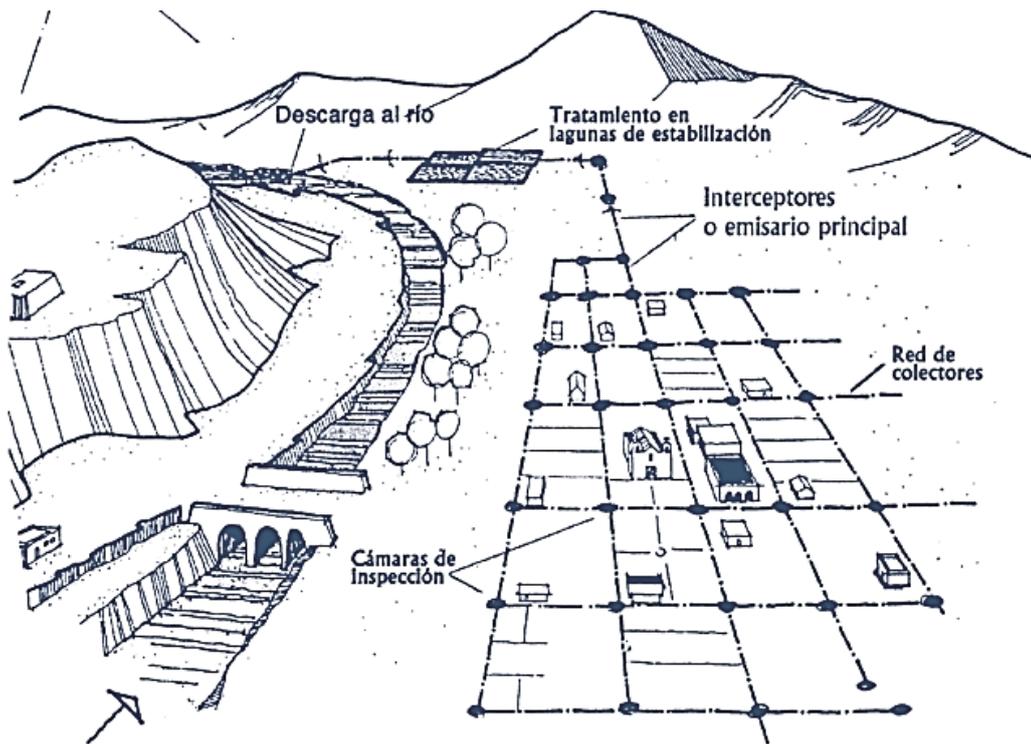


Figura N° 14: Sistema de alcantarillado sanitario típico.

Fuente: (Moreno, 2018)

a) Componentes de un sistema de alcantarillado

- Conexiones domiciliarias

De acuerdo con Martín (2013, pág. 63), las conexiones domiciliarias son instalaciones que unen las aguas provenientes de las viviendas o edificios, con el sistema municipal o público de drenaje. Están formadas por la caja de registro y la tubería secundaria. Constan de las siguientes partes:

- Caja de registro

Es un elemento que permite la inspección y control del flujo del caudal de aguas negras provenientes de las viviendas hacia el

recolector principal. Puede ser construido de mampostería o de tubos de concreto colocados de forma vertical, también deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapa para realizar las inspecciones.

- Tubería secundaria

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con la tubería central, a efecto de evacuar adecuadamente el agua residual proveniente de las viviendas

- Colectores

Es el conducto principal, generalmente de sección circular, que transporta las negras y/o pluviales. Este conducto generalmente se encuentra situado en el centro de las calles y conduce las aguas hacia su destino final o desfogue (Martín, 2013, pág. 63).

Transporta el agua residual proveniente de las viviendas (conexiones domiciliarias) o construcciones en general y servicios públicos. Conformada por la red de tuberías ubicadas en las calles, de diferentes diámetros y conectada por buzones. Según la norma técnica OS 0.70 Redes de aguas residuales (2009), se tienen las siguientes condiciones respecto a los diámetros, pendiente, velocidad de flujo y ubicación de los colectores:

- a. Los diámetros nominales de las tuberías no deben ser menores de 100 mm. Las tuberías principales que recolectan las aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 160 mm.
- b. En todos los tramos de la red deben ser calculados los caudales inicial y final (Q_i y Q_f). El valor mínimo del caudal a considerar será de 1,5L /s.
- c. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media (σ) con un valor mínimo $\sigma = 1.00$ Pa, calculada para el caudal inicial (Q_i), valor correspondiente para un coeficiente de Manning $n = 0,013$. La pendiente mínima que satisface esta condición puede ser determinada por la siguiente expresión aproximada:

$$S_{0min} = 0.0055Q_i^{-0.47}$$

Donde:

S_{0min} : Pendiente mínima (m/m).

Q_i : Caudal inicial (l/s)

Para coeficientes de Manning diferentes de 0.013 (otros materiales), los valores de Tensión Tractiva Media y pendiente mínima a adoptar deben ser justificados. La expresión recomendada para el cálculo hidráulico des la fórmula de Manning.

La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final $V_f = 5 \text{ m/s}$; las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista. • Cuando la velocidad final (V_f) es superior a la velocidad crítica (V_c), la mayor altura de lámina de agua admisible debe ser 50% del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión:

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

Donde

$V_c = \text{Velocidad critica } \left(\frac{m}{s}\right)$

$g = \text{Aceleracion de gravedad } \left(\frac{m}{s^2}\right)$

$R_h = \text{Radio hidraulico (m)}$

La altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el calor máximo para el caudal final, igual o inferior a 75% del diámetro del colector. -En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará un solo colector de preferencia en el eje de la vía vehicular. En avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará un colector a cada lado de la calzada.

-La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente de la tubería debe ser como mínimo 1,5 m. La distancia entre los

planos tangentes de las tuberías de agua potable y red de aguas residuales

Debe ser como mínimo de 2 m.

En los puntos de cruce de colectores con tuberías de agua de Consumo humano, el diseño debe contemplar el cruce de éstas por encima de los colectores, con una distancia mínima de 0,25 m medida entre los planos horizontales tangentes. En el diseño se debe verificar que el punto de cruce evite la cercanía a las uniones de las tuberías de agua para minimizar el riesgo de contaminación del sistema de agua de consumo humano.

Si por razones de niveles disponibles no es posible proyectar el cruce de la forma descrita en el ítem anterior, será preciso diseñar una protección de concreto en el colector, en una longitud de 3 m a cada lado del punto de cruce.

b) Cámaras de inspección

Son las unidades de paso que conectan las intersecciones de tuberías Pertenecientes a la red colectora, siendo su ubicación común los cruces de calles, curvas y cambios de pendiente. También son unidades de inspección por lo que se usan para mantenimiento y revisión de atoros. Según la norma técnica OS 0.70 Redes de aguas residuales (2009), las cámaras de inspección podrán ser cajas de inspección, buzonetas y/o buzones de inspección. Se tienen las siguientes especificaciones:

c) Cajas de inspección

Se ubican en el trazo de los ramales colectores, destinada para su Inspección y mantenimiento. Puede formar parte de la conexión Domiciliaria de alcantarillado. En zonas de pendiente pronunciada corresponderá colocar una caja por cada lote sirviendo como empalme para la conexión domiciliaria. En zonas de pendiente suave la conexión domiciliaria se podrá realizar mediante tee o yee sanitaria. La separación máxima entre cajas será de 20 m.

d) Buzonetas

Se utilizan en los colectores principales en vías peatonales cuando la profundidad sea menor a 1 m sobre la clave del tubo. Se proyectarán sólo

para tuberías principales de hasta 200 mm de diámetro. El diámetro de las buzonetas será de 0.60 m.

e) Buzones

Se utilizan cuando la profundidad sea mayor a 1 m sobre la clave Del tubo. El diámetro interior será de 1.20 m para tuberías de hasta 800 mm diámetro y de 1.50 m para las tuberías de hasta 1200 mm. Para Tuberías de mayor diámetro las cámaras de inspección serán de diseño Especial. Los techos de los buzones tendrán una tapa de acceso de 0.60 m de diámetro. Se proyectarán cámaras de inspección en todos los lugares donde sea Necesario por razones de inspección, limpieza y en los siguientes casos:

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

Las distancias máximas entre cámaras de inspección dependen del diámetro de los colectores, según la norma técnica se tiene

Tabla N°8: Diámetro de Tuberías

Diámetro nominal de la tubería (mm)	Distancia máxima (m)
100-150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

Fuente: Adaptada NTP OS0.70 Redes de aguas residuales

Emisor Tubería que recibe todo el caudal de la red colectora y la transporta hacia la planta de tratamiento o punto de descarga.

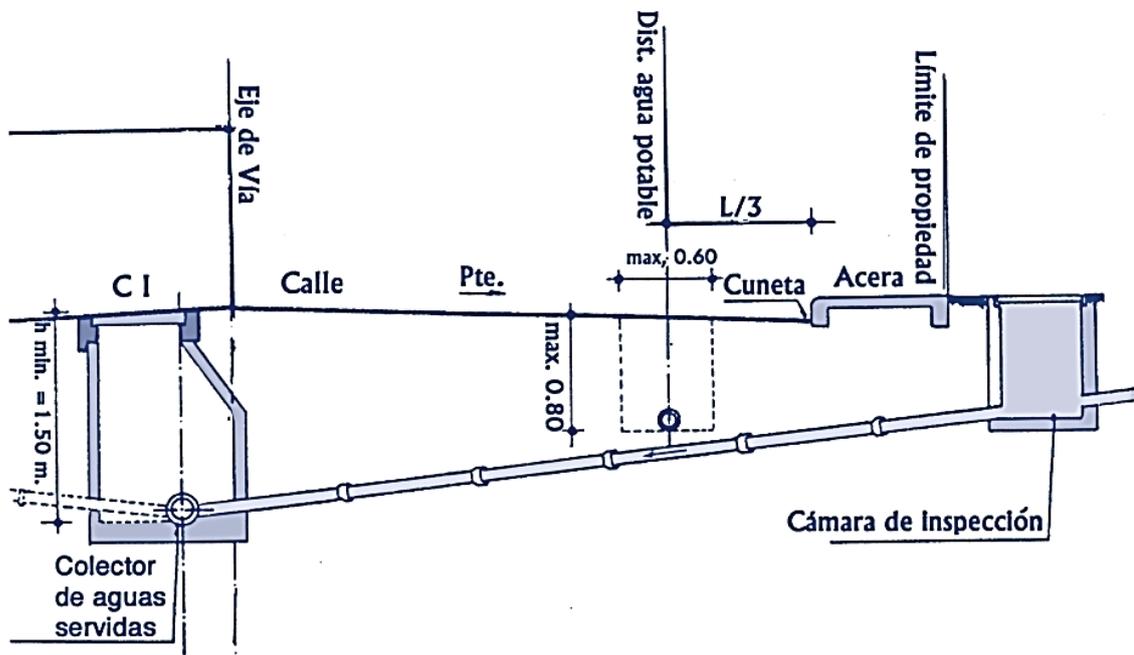


Figura N° 15: Esquema típico de cámaras de inspección en un corte de vía.

Fuente: (Moreno, 2018)

2.2.6 Criterios de diseño de red de alcantarillado

a) Coeficiente de retorno

Estudios estadísticos han estimado el porcentaje de agua abastecida que llega a la red de alcantarillado. Este coeficiente oscila entre el 60% y 80% de la dotación de agua potable. En este trabajo, se adoptará un coeficiente de retorno (C) igual al 80% conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

b) Caudal de infiltración

Se deberá considerar como contribución al alcantarillado el agua de infiltración proveniente de la permeabilidad del suelo principalmente en terrenos saturados de aguas freáticas, a través de fisuras en los colectores, juntas mal ejecutadas y en la unión de colectores con las cámaras de inspección. Asimismo, se deberá considerar el agua de lluvia dependiendo de la zona en estudio (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.100)

c) Cuantificación de caudales de aporte doméstico

Los caudales de aporte doméstico que deberán ser cuantificados son el caudal medio diario (Q_m), caudal máximo horario (Q_{mh}) y el caudal de diseño (Q_d) que será igual a 0.80 del caudal máximo horario (Q_{mh}) (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.070).

d) Criterios de diseño

La técnica de cálculo admitirá el escurrimiento en el régimen uniforme y permanente, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto (Arias, 1995). Según (Arias 1995) para el dimensionamiento del diámetro de la tubería de la red de alcantarillado se utilizará la fórmula de Manning, la cual se describe a continuación:

Fórmula de Ganguillet – Kuttee

La fórmula de Ganguillet – Kutter se deriva de la modificación realizada a la Fórmula de Chezy: Esta modificación propone que el valor del coeficiente de descarga de C de Chezy se calcule de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V = \sqrt[n]{RS^c}$$
$$c = \frac{23 + \frac{0.00155}{s} + \frac{1}{n}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{s}) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Donde

$V =$ Velocidad ($\frac{m}{s}$)

$C =$ Coeficiente de descarga de Chezy

$R =$ radio hidraulico (m)

$S =$ pendiente ($\frac{m}{m}$)

$n =$ Coeficiente de rugosidad

La ecuación de Manning en función del diámetro de las tuberías genera las siguientes expresiones para tuberías funcionando a sección plena (tubo lleno):

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

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

Donde:

$V =$ Velocidad $\left(\frac{m}{s}\right)$

$D =$ diametro de la tubería (mm)

$S =$ pendiente $\left(\frac{m}{m}\right)$

$n =$ Coeficiente de rugosidad

$Q =$ caudal de diseño $\left(\frac{m^3}{s}\right)$

En el caso de tuberías con la sección parcialmente llena, la fórmula de Manning varía teniendo en consideración el radio hidráulico y el ángulo central, ver figura N° 16 que se forma en la sección parcialmente llena.

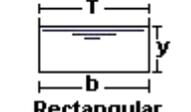
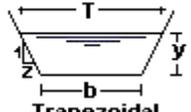
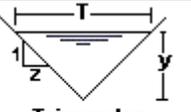
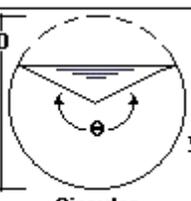
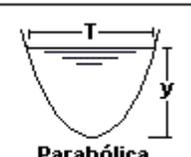
Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta-\text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$\frac{(\text{sen}\frac{\theta}{2})D}{2\sqrt{y(D-y)}}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T+\frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T^2+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Figura N° 16: Esquema de tuberías con sección parcialmente llena

Fuente: Elaboración propia

Debido a que las aguas que circulan por los alcantarillados contienen normalmente partículas que podrían sedimentarse y formar obstrucciones, se suele diseñar con pendientes que sean superiores a un valor mínimo que garantice velocidades suficientemente altas para producir el arrastre de los materiales en suspensión.

El criterio de velocidad mínima se emplea desde hace más de un siglo. En el año 1880, George Waring Jr. diseñó el primer sistema separativo de Estados Unidos, considerando una velocidad mínima 0.60 m/s. La práctica normal es proyectar el alcantarillado con una pendiente que asegure una velocidad mínima de 0.60 m/s. Sin embargo, algunos autores como Metcalf y Eddy (2005) aseguraron y recomendaron que asumiendo una velocidad igual a 0.30 m/s, es suficiente para garantizar el arrastre y la autolimpieza de la tubería (Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado – 2005).

Criterio de la tensión tractiva 56 Se denomina tensión tractiva a la capacidad de auto limpieza de la tubería de alcantarillado, es decir, la posibilidad que sean arrastradas las partículas en suspensión, que dependerá del esfuerzo cortante que la corriente de agua ejerce sobre las paredes interiores donde podría ocurrir la sedimentación. Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la pendiente del colector será calculada con el criterio de la tensión tractiva. Es así, que el valor mínimo de la Fuerza Tractiva (σ) será considerada igual a 1.00 Pascal (Pa). El valor mínimo de 1.00 Pascal (Pa) corresponde a un coeficiente de Manning “n” igual a 0.013. Sin embargo, en tramos de arranque, se podrá considerar valores de Fuerza tractiva igual a 0.60 Pascales (Pa). La fuerza tractiva mínima debe ser suficiente para transportar entre el 90% al 95% del material granular que se estima ingresa al sistema de alcantarillado.

e) Pendiente mínima

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, el proyecto de colectores de alcantarillado sanitario tomará en cuenta las condiciones de flujo críticas que puedan presentarse, debido a los bajos caudales de aporte durante los primeros años después de su construcción. Se deberá garantizar que las pendientes no sean demasiado bajas para producir sedimentación, lo cual ocasionarían elevados costos de mantenimiento antes de alcanzar los caudales de diseño. Las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de auto limpieza aplicando el criterio de tensión tractiva. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media (τ) con un valor mínimo $\tau = 1,0$ Pa, calculada para el caudal inicial (Q_i), valor correspondiente para un coeficiente de Manning $n = 0,010$. La pendiente mínima que satisface esta condición puede ser determinada por la siguiente expresión aproximada. (Vierendel, 2009)

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%.

Pendiente máxima La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final $V_f = 5$ m/s, las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista. - 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 0,010. 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 0,010, 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 (Vierendel, 2009). 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 0,010 (Vierendel, 2009).

El coeficiente de rugosidad “ n ” de la fórmula de Manning será diferente según el tipo de material, tal como se presenta en la tabla N°9.

Tabla N°9: Coeficientes de Manning para materiales como el concreto y PVC.

Material	Coeficiente (n)
PVC	0.01
Concreto	0.013

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. Giles, por Ronald V. (1999)

Diámetro mínimo Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, el diámetro mínimo de los colectores de alcantarillado sanitario será de 150 mm (6”).

Tirante máximo De acuerdo con los criterios de diseño y a la Norma OS.070 del RNE, el tirante máximo para el valor del caudal máximo futuro será igual o inferior al 75% del diámetro interno del colector, esto para permitir la ventilación de forma que se minimice o elimine la generación y acumulación de sulfuro de hidrógeno.

Profundidad de instalación Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, la profundidad mínima de instalación de una tubería será definida por el recubrimiento mínimo y este no debe ser menor de 1.00 m sobre la clave de las tuberías en vías de tránsito vehicular y menor de 0.80 metros en vías de tránsito peatonal. De haber menores recubrimientos éstos deben ser justificados.

Ubicación de elementos de inspección 59 Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, serán ubicados los elementos de inspección en los arranques de la red, en todos los empalmes de colectores, cambios de dirección y pendiente, en los cambios de diámetro y en los cambios de material de las tuberías. Las distancias máximas entre cámaras o tubos de inspección (no visitables) estarán en función de los equipos de limpieza previstos y disponibles.

f) Sistema de alcantarillado pluvial

La función básica del sistema de alcantarillado es la de conducir las aguas, provenientes de precipitaciones pluviales, desde los sitios de recolección hasta un punto final de descarga, de la manera más económica

- Diámetros

Diámetro mínimo para sistema de alcantarillado pluvial: 250 mm.

- Velocidad en los conductos

Para alcantarillado pluvial o combinado, la velocidad mínima a tubo lleno será de 0,75 m/s.¹⁷ Las velocidades máximas para todo sistema de alcantarillado dependerán del material con el cual se fabriquen los materiales. Se debe observar el siguiente cuadro

Tabla N°10: Tabla de velocidades máximas

Material	Velocidad máxima (m/s)
Concreto	3.50-6.00
Material Vitreo	4.00-6.00
Fibrocemento	4.5-5.00
PVC	4.50-6.00

Fuente: Burbano

- Capacidad por utilizar

Para alcantarillados pluviales la capacidad a utilizarse en las tuberías puede llegar a 100% e inclusive se tolera que las mismas trabajen con ligera presión interior (no mayor a 5m) porque no se necesita ventilación y el tiempo de máxima precipitación solo dura algunos minutos.

- Profundidad de tubería

Las tuberías se proyectarán con profundidad suficiente para recoger las aguas lluvias de las viviendas o lotes más bajos a uno y otro lado de la calzada. La profundidad mínima de la zanja se determinará considerando la profundidad de la colocación de las tuberías de agua potable a la que se sumará la separación mínima vertical de 0.20m, en donde existan cruces, y el diámetro exterior de la tubería.

- Ubicación de tuberías

Las tuberías de alcantarillado pluvial se proyectarán aproximadamente por el centro de la calzada.²¹ En el caso de este proyecto la red de tuberías se ubicará al centro de la calzada ya que en el lado noreste se encuentra la red de agua potable y por el suroeste de la calzada la red de alcantarillado sanitario.

- Sumideros de aguas lluvias

En los sistemas de alcantarillado pluvial se proyectarán sumideros para recoger el agua lluvia que escurre por las calzadas y se ubicarán en los puntos más bajos de las calles, accesos de puentes, terraplenes, sobre quebradas, etc. Cada sumidero se conecta al pozo de revisión más

cercano mediante una tubería diseñada con suficiente capacidad hidráulica, no menor a 200 mm de diámetro.

- Tipos de Sumideros

Tipo ventana

Consiste en una abertura en la acera a manera de ventana que permite la captación de agua que fluye por la cuneta. Tiene la ventaja de que por su ubicación no interfiere con el tránsito, pero su mayor inconveniente radica en que captan fácilmente sedimentos y desperdicios. Este último puede mitigarse con la colocación de rejillas en la ventana.

Tipo rejilla en calzada

Consiste en una caja donde penetran las aguas de escorrentía, cubierta con una rejilla, preferiblemente con barras en sentido paralelo al flujo, aunque pueden colocarse de manera diagonal para favorecer el tránsito de bicicletas, a menos que la separación de las barras paralelas al flujo sea de menos de 2,5 cm. Su principal ventaja radica en su mayor capacidad de captación comparada con los sumideros de ventana. Sin embargo, tiene la desventaja de que pueden captar desperdicios que reducen el área útil de la rejilla.

Mixtos

Consiste en una caja donde penetran las aguas de escorrentía, cubierta con una rejilla, preferiblemente con barras en sentido paralelo al flujo, aunque pueden colocarse de manera diagonal para favorecer el tránsito de bicicletas, a menos que la separación de las barras paralelas al flujo sea de menos de 2,5 cm. Su principal ventaja radica en su mayor capacidad de captación comparada con los sumideros de ventana. Sin embargo, tiene la desventaja de que pueden captar desperdicios que reducen el área útil de la rejilla.

2.2.7 Topografía

Mendoza (2019) la topografía es una rama de la ingeniería cuya finalidad es la de medir determinadas regiones de terreno en la superficie terrestre, considerando toda la información necesaria para su apropiada representación en un plano escalado comprendiendo totalmente su configuración. Se miden

longitudes horizontales y desniveles entre los puntos de interés sobre la superficie, así como los ángulos que forman las rectas de dichas mediciones.

La topografía es de utilidad para lo siguiente:

- Representación de una extensión pequeña de terreno en un plano escalado.
- Representación de edificaciones existentes o artificiales en un plano escalado.
- Ubicación específica de un punto sobre la superficie terrestre, considerando un sistema de coordenadas particular.
- Replanteo de un punto a partir de un plano.
- Trazo de los ejes longitudinales y transversales de una construcción futura según los planos de proyecto.

División básica de la topografía

Según Mendoza (2019), se tiene la siguiente división en la topografía:

- Planimetría

Representa gráficamente un determinado territorio, no se consideran las variaciones de altura o irregularidades en la topografía, todo es proyectado de forma horizontal determinando un plano.

- Altimetría

Representa gráficamente las variaciones de altura de los puntos de interés en la superficie del terreno de estudio.

- Topografía integral

Es la representación gráfica de la superficie del territorio teniendo en cuenta el conjunto de proyecciones horizontales y verticales (planimetría y altimetría).

a) Levantamiento topográfico

Según Casanova (2002) es el procedimiento por el cual se determina la posición de los elementos naturales o artificiales en la superficie terrestre, obteniendo la configuración del terreno. Durante el proceso, se considera toda la información necesaria (distancias, desniveles, entre otras anotaciones) para la conveniente representación gráfica del área de estudio.

Tipos de levantamiento topográfico

Según Valencia (2008) se tienen los siguientes tipos de levantamiento topográfico:

- Levantamiento geodésico
Empleados para representar grandes extensiones de territorio con precisión elevada, se considera la forma real de la superficie terrestre (curvatura) y sus dimensiones. Dentro del rango de levantamientos geodésicos, se representan ciudades, regiones y/o países. El plano contiene rectas verticales y horizontales que conforman las coordenadas longitudinales y transversales, éstas a su vez, son la referencia para levantamientos de menores extensiones.
- Levantamientos topográficos
Son levantamientos de menor extensión, en la que no se considera la superficie real terrestre (curvatura). Su principal función es describir una determinada extensión de territorio relativamente pequeña, incluyendo estructuras artificiales. Se toman las mediciones de los desniveles para representar las variaciones de altura por medio de curvas de nivel.
- Levantamientos Aero fotogramétricos
Consiste en la toma de datos mediante un dispositivo aéreo, pudiéndose tratar de aviones o drones, que cuentan con una cámara fotográfica que capta las imágenes desde las alturas. El recorrido aéreo debe ser planificado muy cuidadosamente, la información tomada (fotogramas) es interpretada mediante diversos procesos de cálculo para finalmente obtener los planos topográficos.
- Levantamientos catastrales
Realizados con frecuencia para determinar los límites de las propiedades, sean en zonas urbanas o rurales. Se determinan también las estructuras contenidas en las propiedades, con fines de conocer los detalles, dimensiones, tasación, derechos de propiedad y de recaudación de impuestos por parte del estado.
- Levantamientos hidrográficos
Son aquellos que tienen relación con los cuerpos de agua, que incluyen la determinación de límites de playas, lagos, lagunas, ríos. También se realiza la batimetría para conocer las características topográficas (irregularidades, profundidades) del fondo de los cuerpos de agua, con

el fin de determinar las zonas de acceso en playas, rutas de navegación, entre otros.

b) Métodos taquimétricos

Según Casanova (2002) son los procedimientos para determinar las coordenadas Norte, Este y Cota simultáneamente para definir los puntos de interés en un levantamiento topográfico sobre la superficie terrestre. Estos procedimientos de topografía se realizan con teodolito y mira vertical, donde no es necesario de grandes precisiones en los levantamientos a detalle; en la actualidad el equipo topográfico más utilizado es la estación total, que, con sus programas y aplicaciones incluidas, realizan los cálculos de forma automática y aceleran el procesamiento de datos.

- Teodolito y mira vertical

Según Casanova (2002) basado en la determinación óptica de la distancia, en la conversión de coordenadas polares a coordenadas rectangulares y en los cálculos de nivelación taquimétrica.

El proceso de determinación de distancia óptica consiste en mirar a través del retículo del telescopio del teodolito a la mira posicionada de forma vertical, ubicada en el punto de interés de levantamiento, y apuntar las lecturas de los hilos superior e inferior que coincidan con la mira, así como el ángulo cenital (formado entre la vertical y la inclinación del telescopio). La distancia se calcula operando de la siguiente manera:

$$D=100*(H_s-H_i)* \sin \varphi^2$$

Dónde:

D: Distancia horizontal

H_s, H_i: Lecturas de hilo superior e inferior

Φ: Ángulo cenital

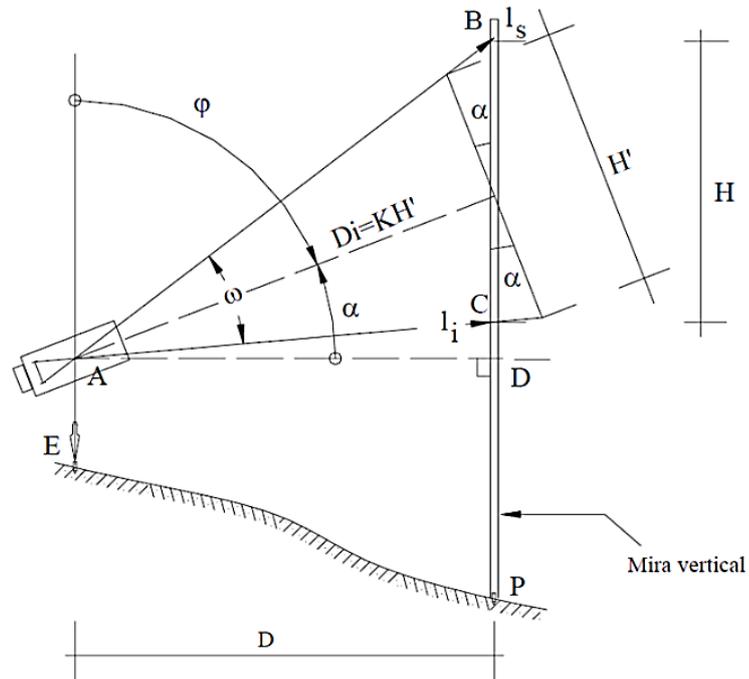


Figura N° 17: Distancia óptica por taquimetría

Fuente: Casanova (2002).

El proceso de determinación del desnivel por taquimetría consiste en operar los mismos datos anteriormente obtenidos para la determinación de distancia óptica, además de la altura del teodolito con respecto al nivel de terreno y la lectura media en la mira vertical. Se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta A-B = KH \cos \phi \sin \phi + h_i - l_m$$

Dónde:

K: En equipos modernos equivale a 100

H: Diferencia de lecturas de hilo superior e inferior

Φ : Ángulo cenital

hi: Altura de teodolito con respecto al terreno

lm: Lectura media en la mira

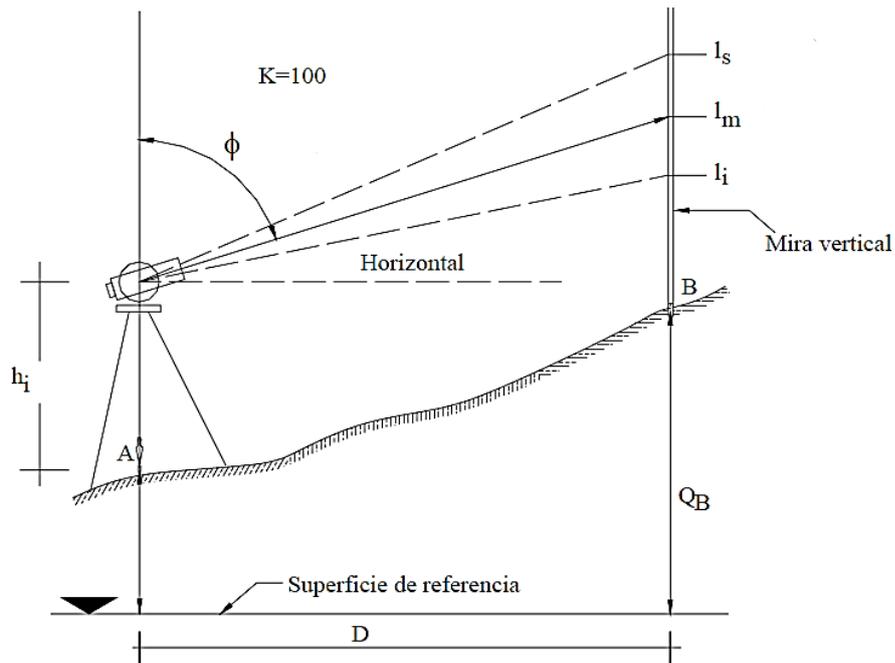


Figura N° 18: Desnivel por taquimetría

Fuente: Casanova (2002)

- Estación total

Según Casanova (2002) una de las grandes ventajas de una estación total es que la recolección y registro de datos se realiza de forma automática, eliminando errores de lectura, anotación, transcripción y cálculo; porque con estas estaciones la toma de datos se da en forma digital y el cálculo de los programas se hace por los programas informáticos incorporados.



Figura N° 19: Estación total TOPCON ES103

Fuente: Geodesical Technology (2021)

c) Métodos de levantamiento topográfico por taquimetría

Según Valencia (2008) se tienen los siguientes métodos clásicos empleados con frecuencia en actividades de ingeniería.

- Radiación

Es un método topográfico que consiste en fijarse en uno de los puntos de coordenadas conocidas de la base del terreno o en un punto de coordenadas conocidas (A) y orientarse a otro punto de la base. (B) o desde un punto direccional (B), se mide la distancia horizontal DHA-P, entre el punto de estación (A) y el punto de observación (P), y también se mide el ángulo horizontal horario θ_{A-P} entre las líneas. Para medir distancias, se puede usar un teodolito con una mira, un teodolito con una banda de acero, un distanciómetro o una estación total con un palo y un prisma.

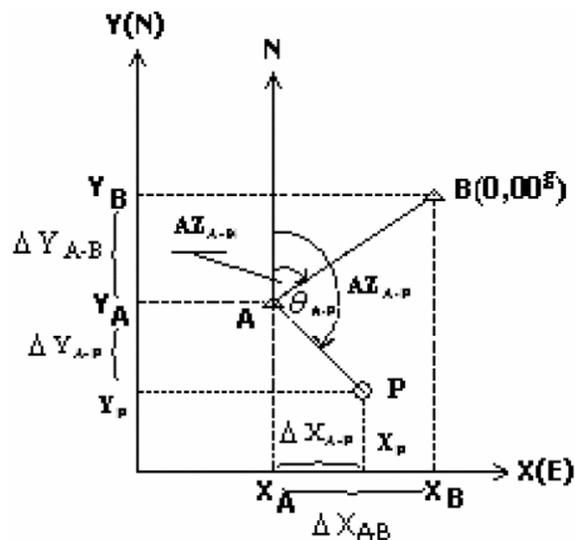


Figura N° 20: Método de levantamiento topográfico por radiación

Fuente: Valencia (2008)

- Triangulación

El método de triangulación topográfica, por su precisión, ha sido uno de los métodos clásicos más utilizados para el levantamiento de coordenadas planas de vértices ubicados a distancias kilométricas; Estos vértices a su vez se utilizan para conectar diferentes obras de terreno.

Este método consiste básicamente en que a partir de la topografía A-B conocida se puede determinar la posición del punto C, su solución

consiste en la instalación por teodolito en las estaciones topográficas A, B y C y medir repitiendo el plano. ángulos α , β y γ , además de los ángulos verticales A-C, A-B, B-A, B-C, C-A, C-B, alturas específicas hiA , hiB , hiC , los hilos medios hmA , hmB y hmC .

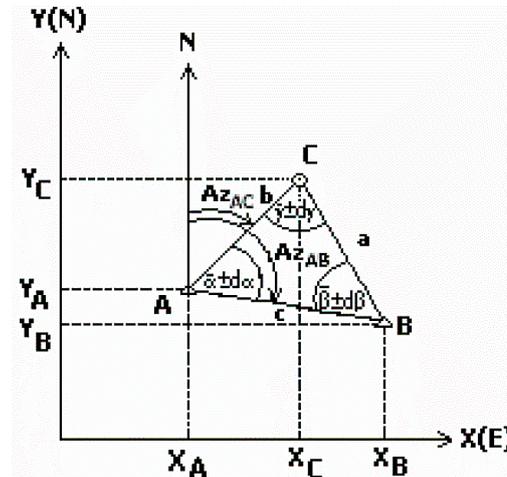


Figura N° 21: Método de levantamiento topográfico por intersección-triangulación
Fuente: Valencia (2008)

- Trilateración

El surgimiento del método topográfico conocido como método de triangulación comienza con la aparición de varios tipos de distanciómetros electrónicos y estaciones totales, cuyas actividades incluían medir las longitudes de los lados de un triángulo, para determinar trigonométricamente sus valores angulares, es decir, el proceso inverso se utiliza en el método de triangulación. Las medidas de los lados del triángulo deben ser recíprocas y tener al menos cuatro medidas en ambas direcciones. Las medidas lineales se corregirán por presión y temperatura, ingresando además la constante del prisma, expresada como 0,000 m en el exterior o plano del portaprisma (del conjunto) o 0,030 m en la cara interior del portaprisma (in).

El trabajo de campo consiste en instalar el distanciómetro o estaciones totales en tres estaciones A, B y C, en cuyos extremos opuestos se reflejan los prismas y las distancias A-B, A-C, B-A, B-C, C-B medidas recíprocamente. y C-A, además, los ángulos verticales se medirán tres veces cada uno (para realizar trabajos geodésicos entre el orden 3 y el

orden 4) en las direcciones A-C, A-B, B-A, B-C, C-A y C-B, alturas del dispositivo hi_A , hi_B , hi_C , como, así como las alturas de jalón hj_A , hj_B y hj_C .

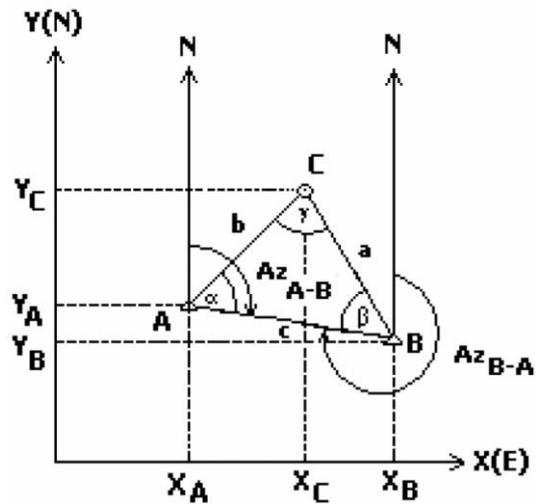


Figura N° 22: Método de levantamiento topográfico por intersección - trilateración
Fuente: Valencia (2008)

- Método de intersección inversa o problema de tres puntos (Pothenet)
La intersección inversa consiste en que, a partir de tres puntos con coordenadas conocidas, el operador puede instalar el teodolito en una estación creada P y se miden los ángulos horizontales α' y β , la altura del dispositivo hi_P , el promedio de cuadrícula hm_A , hm_B y hm_C , los ángulos verticales P-A, P-B o P-C y tomar la posición de la estación de instalacio P.

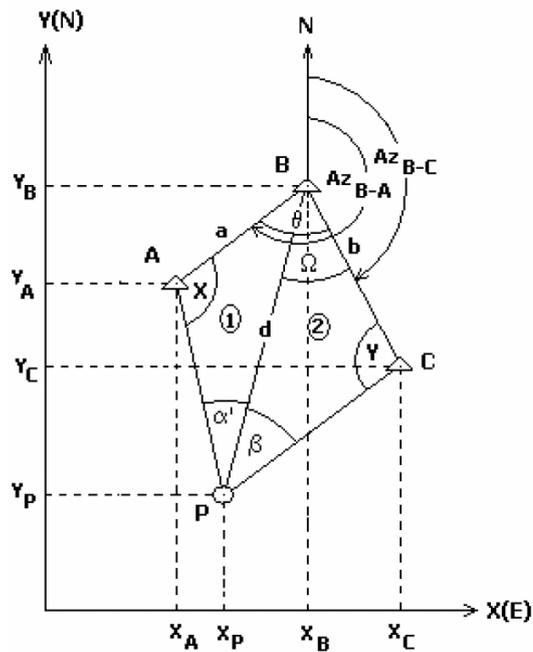


Figura N° 23: Método de levantamiento topográfico por intersección inversa
Fuente: Valencia (2008)

- Poligonal

A partir de un vértice con coordenadas conocidas, es posible determinar la posición de otro punto, si se puede medir la distancia horizontal entre ellos y su acimut, este proceso se puede alargar indefinidamente midiendo la distancia horizontal entre la última estación creada y el nuevo punto del polígono, así como el ángulo horizontal entre las líneas, todo este proceso se llama concatenación de polígonos.

DHi, j deben medirse recíprocamente. Los acimutes, j se obtienen a partir de Az_{A-B} y los ángulos exteriores α_i aplicando la regla del acimut en cada línea. Los ángulos horizontales α_i deben medirse tantas veces como lo requiera el orden de precisión del trabajo topográfico.

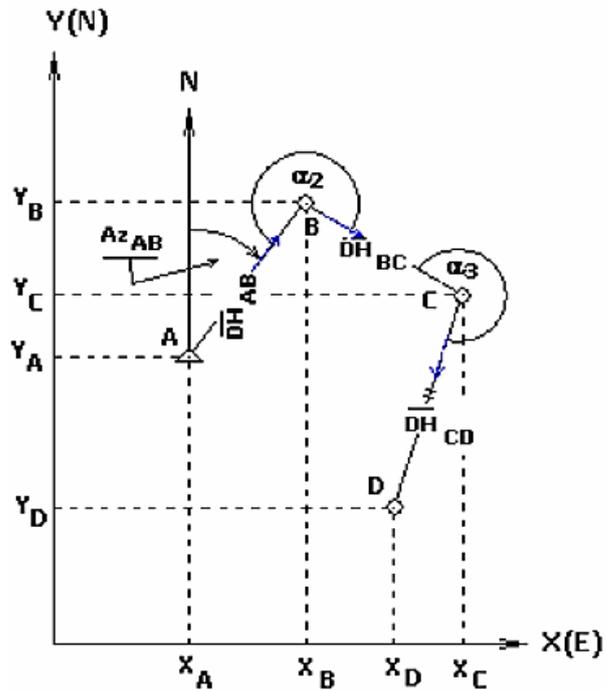


Figura N° 24: Método de levantamiento topográfico por poligonal
 Fuente: Valencia (2008)

d) Figura del relieve a través de las curvas de nivel

Según Valencia (2008) para representar apropiadamente la superficie terrestre en un plano se deben utilizar las curvas de nivel. Son líneas o curvas imaginarias que contienen puntos de la misma altura sobre el plano de referencia (por ejemplo, el nivel del mar). Son espaciadas de forma equidistante a la variación de altura considerada. Representan las variaciones de altura o desniveles de la superficie terrestre visto desde una proyección horizontal.

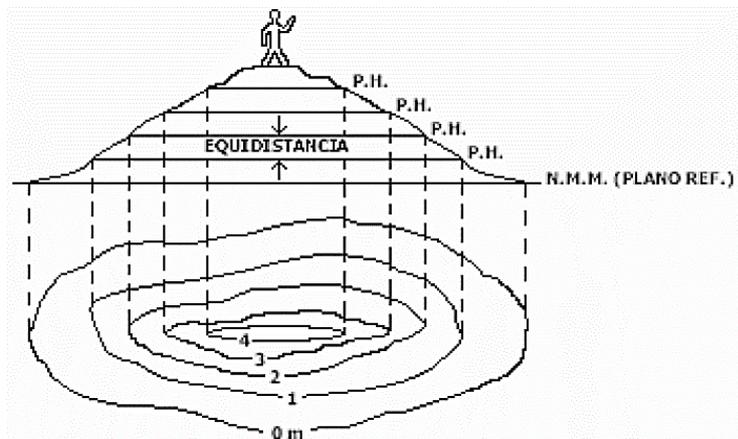


Figura N° 25: Curvas de nivel
 Fuente: Valencia (2008)

2.2.8 Representación de planos topográficos según normativa

Según el Reglamento Nacional de Edificación para obras de saneamiento: OS.070 Redes de Aguas Residuales (2009) la información del terreno para la formulación de proyectos es la siguiente:

- Información del plano de lotización del asentamiento con curvas de nivel. Donde indique la ubicación y detalles de los servicios disponibles y/o cualquier referencia importante.
- La sección longitudinal es a nivel del eje de la vereda en ambos lados de la calle, en todas las calles del centro poblado y en las calzadas donde sea técnicamente necesario.
- Sección transversal: mínimo 3 cada 100 metros en terreno llano y min 6 por cuadra, donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.
- Los perfiles longitudinales de las secciones están fuera del centro poblado, pero son necesarios para el diseño de conexiones a las redes de agua y/o colectores existentes.
- Se colocará al menos BM en cada desarrollo y, según el tamaño del desarrollo, se colocarán dos o más en puntos de distribución estratégicos para probar la extensión de la caja condominales y/o se instalará buzón.

2.3 Definición de Términos Básicos

- Agua potable: Es un líquido y a su vez un recurso que es apto para el consumo humano y abastece nuestro organismo para mantenernos hidratados.
- Presión: Es el cociente entre la componente normal de una fuerza aplicada sobre una superficie.
- Reservorio: Estructura que permite el almacenamiento de agua potable para asegurar el abastecimiento a la red de distribución y mantener una adecuada presión de servicio.
- Topografía: La topografía es una ciencia que estudia la superficie terrestre de acuerdo con sus características de relieve y ubicación.
- Calidad de agua: Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la vuelven saludables para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

- Red de distribución: Es el conjunto de tuberías, válvulas y accesorios que sirven para distribuir el agua potable hacia las viviendas.
- Red de recolección: Tuberías principales y conexión de colectores permite recoger las aguas residuales generadas en la vivienda.
- Caudal: Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo a través de una sección dada de curso o conducción de agua.
- Conexión al sistema de drenaje domestico: Se instala un grupo de elementos sanitarios que permite drenar el agua residual de cada casa.
- Estudio topográfico: Es un conjunto de operaciones, acciones y gestiones que se realizan encima de una propiedad con instrumentos apropiados para la obtención de una representación gráfica o plano.
- Alcantarillado: Son construcciones hidráulicas que trabajan a presión atmosférica, por gravedad, de manera muy ocasionalmente, y por trayectos transitorios, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío.
- Índice poblacional: Es el resultado entre el crecimiento natural anual (nacimientos menos defunciones) de un cierto período y la población media del mismo período. Puede definirse también como la diferencia entre las tasas brutas de natalidad y de mortalidad.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis Principal.

La mejora del sistema integral se basa en la ampliación de saneamiento básico con análisis científico, técnico y normativo.

3.1.2 Hipótesis Secundarias

- a) La localidad presenta una topografía plana con pendientes menores al 10% y un suelo constituido por gravas con contenido de arena, arcilla y limos con presencia de conglomerados de diámetro variables.
- b) La población futura será de 16 542 hab y el caudal de diseño es de 15 l/s
- c) El modelo hidráulico y obras estructurales más eficientes son las que logran satisfacer durante 24 horas los parámetros e indicadores hidráulicos dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones

3.2 Variables de investigación

3.2.1 Definición conceptual de variables

Variable Independiente

Salkind (1999) explica que, “la variable independiente representa los tratamientos o condiciones que el investigador controla para probar sus efectos sobre algún resultado. Una variable independiente se manipula en el desarrollo de un experimento con el objetivo de entender los efectos de talo manipulación sobre la variable dependiente” (pg.25)

- La población de Carabayllo.

Variable Dependiente:

Salkind (1999) explica que, “la variable dependiente nos revela la repercusión de una investigación, Así mismo podemos pensar en las variables dependientes como los resultados que depende del tratamiento experimental que el tesista manipula o modifica “(pg.25).

- Sistema integral de saneamiento básico.

3.2.2 Operacionalización de Variables

Sampieri (2014) afirma que, “la Operacionalización de variables constituye al conjunto de procedimientos que describe las actividades que

un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado”. Ver anexo 3

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y nivel

4.1.1 Tipo

Abarza (2012) sostiene que: “En la investigación aplicada, el investigador busca resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. En otras palabras, el énfasis de la investigación aplicada es la resolución práctica de problemas”.

Borjas (2012) define al: “Enfoque cuantitativo a la realidad a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis. Este tipo de investigación confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población”.

La presente investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo

4.1.2 Nivel

Mejía (2020) sostiene que: “La investigación descriptiva describe a la población fenómeno o situación, es decir da información como, sobre, cuando y donde, es decir no explica solo describe”

La presente investigación es de nivel descriptivo.

4.2 Diseño de la investigación

Raffino (2020) sostiene que: “La investigación no experimental es un tipo de pesquisa que no extrae sus conclusiones definidas o sus datos de trabajo a través de una serie de acciones y reacciones reproducibles en un ambiente controlado para obtener resultados interpretables, es decir a través de experimentos. No por ello, claro está, deja de ser una investigación seria, documentada y rigurosa en sus métodos.”

Virginia (2016). Sostiene que: “El diseño de estudios transversales se define como el diseño de una investigación observacional, individual, que mide una o más características o enfermedades (variables), en un momento dado. La información de un estudio transversal se recolecta en el presente y, en ocasiones, a partir de características pasadas o de conductas o experiencias de los individuos”.

La presente investigación fue no experimental con diseño transversal.

4.3 Población y muestra

Fuentelsaz (2004). La población se define como: “Conjunto de elementos o individuos que reúnen las características en cuenta de seleccionar que se pretenden estudiar”.

Según Hernández, R. (2016) a la muestra como un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto define definido en sus características al que llamamos población.

La muestra de la presente investigación fue el sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario del distrito de Carabayllo, cuya cobertura no satisface la demanda de los lotes, siendo aproximadamente 12681 habitantes.

4.4 Tipos de técnicas

Las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación”. (Hurtado, 2008, p.153)

En esta investigación las técnicas usadas son las siguientes:

“La observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante la observación”. (Tamayo, 2004, p.193)

La entrevista no estructurada o en profundidad es aquella que se realiza sin un guion previo. Sigue un modelo de conversación entre iguales. En esta modalidad, el rol del entrevistador supone no sólo obtener respuestas sino también saber que preguntas hacer o no hacer. En la entrevista en profundidad no hay un guion prefijado sino una serie de temas con posibles cuestiones que pueden plantearse a la persona entrevistada. Así, dependiendo hacia donde vaya la entrevista, la persona entrevistadora deberá hacer uso de los diferentes temas trabajados. Por tanto, la entrevista se construye simultáneamente a partir de las respuestas de la persona entrevistada. Las respuestas son abiertas y sin categorías de respuesta establecidas a priori. (Folgueiras, 2016, p4)

4.4.1 Instrumentos

- Norma técnica I.S. 010 Instalaciones Sanitarias
- Reglamento nacional de edificaciones “Norma OS. 050 (2009) redes de distribución de agua para consumo humano”
- Software: AutoCAD Civil 3D 2021, Office 2021.

- Google Earth Pro-7.3.3.7786.
 - WaterGems y SewerGems CONNECT Edition Update 2 10.02.03.06
- Otros instrumentos: Se han utilizado los siguientes:
- Fotografías y Videos (Cámara).

4.4.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron como los softwares son válidos dado su aplicación en las diferentes ramas de la ingeniería por su exactitud que se asemeja a la realidad y sostenibles por sí solas, para la elaboración de proyectos similares u otros. Por el cual, es fundamental el uso de las normas técnicas peruanas como demanda el Reglamento Nacional de Edificaciones que engloba una gran parte del presente trabajo para el estudio de suelos (E.050), redes de distribución de agua potable (OS. 050), concreto armado (E.060) y los datos a obtener mediante el censo y los censos pasados obtenidos ante el INEI.

4.4.3 Procedimientos para la recolección de datos

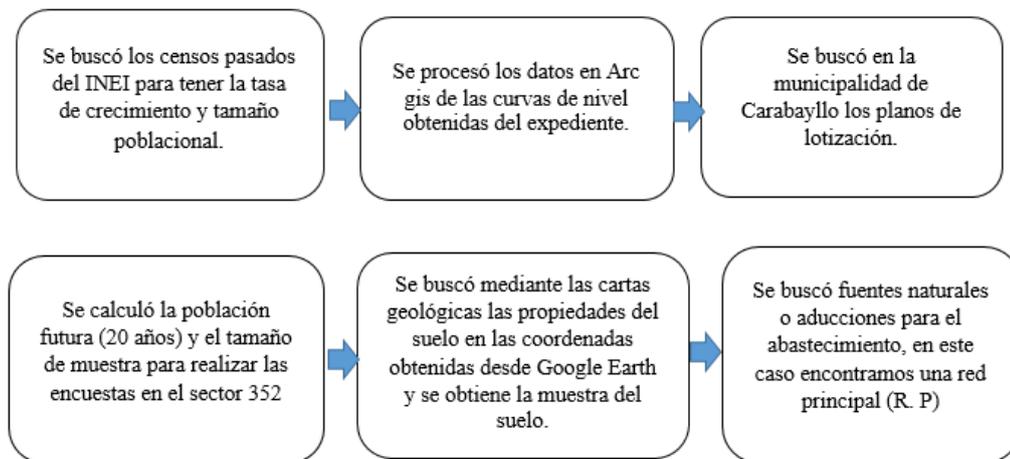


Figura N° 26: Diagrama de flujo del procedimiento de la recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de información

En el análisis e interpretación de los resultados a obtener durante la tesis se tienen que tener en cuenta especificaciones técnicas y de diseño, con una justificación teórica, esta tesis será un proyecto de servicio económico y estético, se usaran los softwares de diseño y dibujo asistido por computadora como: AutoCAD 2022, WaterGems CONNECT Edition Update 2 10.02.03.06 SewerGems CONNECT

Edition Update 2 10.02.03.06, AutoCAD Civil 3D 2022. Finalmente se hará un tratamiento de datos, se elaborará planos y cuadros resumidos, para poder sustentar los resultados.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Presentación de resultados

5.1.1 Caracterización de la topografía del Sector 352 de Carabayllo

El plano topográfico completo de la superficie del sector 352, distrito Carabayllo, se encuentra adjunta en el Anexo 4. Teniendo curvas de nivel cada 1m y 5m de elevación escala 1:5000. Para este capítulo se consideró conveniente emplear sólo el área de la superficie de la zona de estudio.

La zona de investigación se encuentra ubicada en Carabayllo, variando las cotas de elevación desde 180 hasta 420 msnm en un área de - aproximadamente. En consecuencia, se tienen pendientes variables llegando a tener valores de 15% de inclinación. La topografía de la zona de investigación se detalla en los planos siguientes, cada uno tiene tamaño de hoja A4, escala 1:3000 con curvas de nivel cada 1 m y 5 m de elevación.

5.1.2 Población futura

En el presente proyecto, se abastece al 100 % de la población proyectada, ello quiere decir que el total del sector 352 de Carabayllo tendrá agua.

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema. Se denomina periodo económico del proyecto al número de años para el cual se diseña una obra de abastecimiento de agua potable considerando que durante ese periodo se proporcionará un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios y optimizando la economía del proyecto sin descuidar los elementos técnicos y de sostenibilidad. Los periodos de diseño máximos recomendables, son los siguientes:

- a) Capacidad de las fuentes de abastecimiento: 20 años
- b) Obras de captación: 20 años.
- c) Pozos: 20 años.
- d) Plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorio: 20 años.
- e) Tuberías de conducción, impulsión, distribución: 20 años.
- f) Equipos de bombeo: 10 años.
- g) Caseta de bombeo: 20 años.

INEI (2017) A nivel distrital Carabayllo la Composición de hogares (ho) por unidad familiar es de 4.17 miembros en promedio, según la tabla el sector 352 cuenta con 8145 viviendas.

Tabla N°11: Número de viviendas por sectores

Sectores	N viviendas	%
Sector 352	8145	17.47
Sector 353	5988	12.84
Sector 355	7484	16.05
Sector 356	5194	11.14
Sector 357	11654	24.99
Sector 358	5104	10.95
Sector 360	3063	6.57
TOTAL	46632	100

Fuente: Elaboración propia con Información recibida de SEDAPAL

$$H = Nv \times ho$$

$$H = 8145 \times 4.17$$

$$H = 33\,965 \text{ hab.}$$

Donde:

H = Número de habitantes en el 2017

Nv = Número de viviendas

ho = número de miembros por vivienda

Método de interés simple

Se proyectó el caudal para una población futura teniendo en consideración la tasa de crecimiento poblacional de 4.6 % (INEI 2017) y proyectándolo a 20 años.

a) Método de interés simple

Este método da valores bajos es decir aplicables para poblaciones que se encuentran en proceso de franco crecimiento porque se trata que la población crece como un capital sujeto a un interés simple.

$$Pf = Pa(1 + r(t - t_0))$$

$$Pf = 44\,618(1 + 5.61\%(2042 - 2022))$$

$$Pf = 94\ 658 \text{ hab.}$$

Donde

Pf = población futura

Pa = población inicial

r = tasa de crecimiento

to = tiempo inicial

t = tiempo futuro

b) Método Aritmético

Este método consiste en agregar a la población del último censo un número fijo de habitantes para cada período en el futuro.

En esencia este método de Estimación de Poblaciones Futuras se corresponde con una línea recta, en el que la pendiente se corresponde con la tasa de crecimiento aritmética del último período intercensal.

Este método puede ser aplicable a comunidades pequeñas, como las rurales; o a ciudades grandes, cuyo crecimiento se puede considerar estabilizado (con poca o ningún área urbana de expansión).

$$Pf = Po + (r \times t)$$

$$Pf = 40\ 067 + (1220 \times 20)$$

$$Pf = 64\ 473 \text{ hab.}$$

c) Método Geométrico

El crecimiento es geométrico si el aumento de la población es proporcional al tamaño de esta. Este método es más aplicable a poblaciones que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa

$$Pf = Pa \times (1 + r)^{(t-t_0)}$$

$$Pf = 42\ 428 \times (1 + 0.0455)^{(2042-2022)}$$

$$Pf = 103\ 308 \text{ hab.}$$

d) Normativa Española

En España, el cálculo de estos caudales se rige por las Instrucciones para la redacción de proyectos de Abastecimiento y Saneamiento de agua (MOPMA).

$$Ht = Ho \times (1 + \alpha)^t$$

$$Ht = 33\,965 \times (1 + 0.046)^{25}$$

$$Ht = 104\,550 \text{ hab.}$$

Donde

Ht = Población a tiempo t

Ho = Población al momento de realizar el estudio

T = Tiempo

α = Coeficiente de crecimiento poblacional

e) Normativa Boliviana Norma Boliviana NB 688.

Para el crecimiento de la población se tiene que, en el caso de no contar con índice de crecimiento poblacional, se debe adoptar el índice de crecimiento de la población de la capital o del municipio. Si el índice de crecimiento fuera negativo se debe adoptar como mínimo un índice de crecimiento de 1%.

$$Pf = Po \times e^{r \cdot t}$$

$$Pf = 42\,748 \times e^{0.045 \times 20}$$

$$Pf = 107\,268 \text{ hab.}$$

Donde:

Pf = Población final

Po = población inicial

r = Tasa de crecimiento

t = Tiempo (años)

f) Método interés compuesto

Este método da valor más alto es decir aplicable para poblaciones que se encuentran en la etapa de iniciación porque se trata de que la población crece como un capital sujeto a un interés compuesto

Tabla N°12: Población de Carabayllo por año

Año	Población de Carabayllo
2005	201 149
2007	213 386
2017	333 045

Fuente: Elaboración propia con Información de INEI

$$P = P_0 \times r^{(t-t_0)}$$

$$r = \left(\frac{P_{i+1}}{P_i}\right)^{\left(\frac{1}{t_{i+1}-t_i}\right)}$$

$$P = 40\,878 \times 1.037^{2042-2022}$$

$$P = 85\,765 \text{ hab}$$

Donde:

P = Población final

Po = población inicial

r = Tasa de crecimiento

t = Tiempo (años)

Tabla comparativa

Según los resultados obtenidos por los diferentes métodos de población futura se presenta la tabla N° 13 comparativa.

Tabla N°13: Tabla comparativo de los métodos de población futura

Método	Población futura
Método Sunass	81657
Método aritmético	64473
Método geométrico	103308
Método interés simple	94658
Método interés compuesto	85765
Método de normativa boliviana	107268
Método de la parábola	107956

Fuente: Elaboración propia

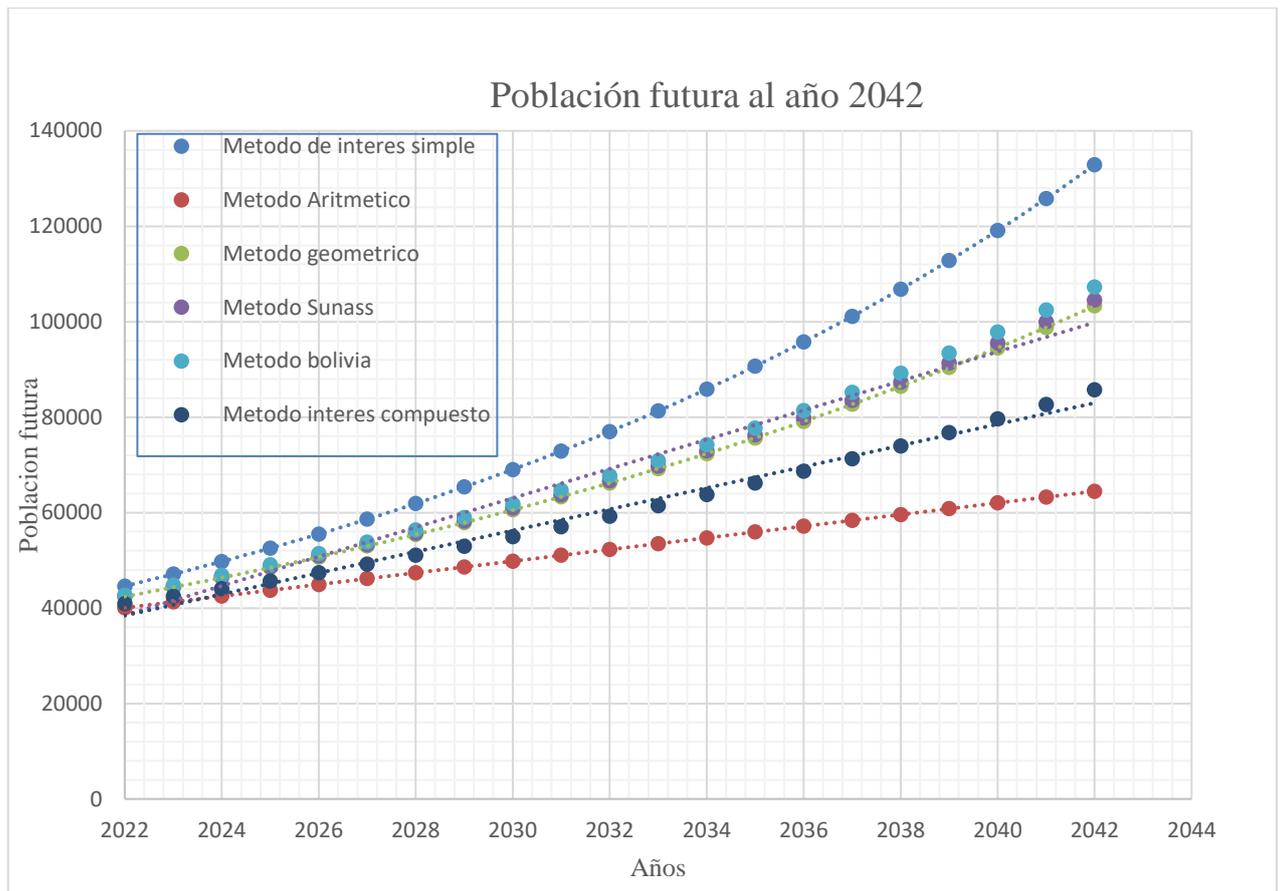


Figura N° 27: Grafico de población futura al 2042

Fuente: Elaboración propia

-Se considerará la población de 99 185 habitantes, Pero solo se estudiará el 55 % del sector 352, Entonces la población será de 54 552 habitantes

5.1.3 Parámetros de diseño

Después de definir la población futura, es necesario tener en cuenta que parte de la población será abastecida de agua (población servida-Ps) y que parte de la población por diferentes motivos no podrá ser abastecida de agua (población no servida-Pns). También es necesario de acuerdo con el tipo de población conocer la dotación de agua establecida.

Determinación de parámetros de diseño y proyección, según métodos de estimación. Determinación de la población servida y no servida

- Población servida (Ps) = 100% de la población proyectada.
- Población servida (Ps) = 54 552 habitantes.
- Población no servida (Pns) = 0 habitantes.

Determinación de la dotación y coeficiente de la población proyectada según norma de diseño. En la (Tabla N°12) está el reglamento nacional de edificaciones, nos detalla la dotación necesaria para el sector 352 donde según la cantidad de habitantes proyectada son 104 549 habitantes estaría entre el parámetro de 50 000 a 200 000 habitantes donde la población sería rural con tendencia urbano y la dotación necesaria es de 150-200 L/ Hab – día.

Tabla N°14: Norma de diseño de instalaciones sanitarias 0.10

Medio	Población (Habitantes)	Dotación (l/hab- día)	
	10 000 - 50 000	150	
Urbano	50 000 - 200 000	150-200	Población servida
	200 00 - 250 000	200-300	
	Más de 300 000	350	
	400 - 1000	80	
Rural	1001-1500	100-120	
	1501-2000	150	
Urbano	Más de 10000	40-50	Población
Rural	0-10000	30-40	no servida

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

Determinado en el cuadro encontramos que el asentamiento humano tiene urbano.

Medio: Rural – Coeficiente: $K1 = (1.2 - 1.5)$, $K2 = (1.8 - 2.5)$

Medio: Urbano – Coeficiente: $K1 = (1.8 - 2.5)$, $K2 = (3.0 - 4.0)$

La dotación habitual será de: 200 L/ hab - día Los coeficientes del medio rural para el sector 352 de Carabayllo serán:

– $K1 = 1.8$

– $K2 = 4.0$

– $K3 = 3.10$

a) Caudal promedio (QP)

El caudal promedio, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño,

expresada en metros por segundo (m/s) y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Qp = \frac{Ps \times Dota + Pns \times Dot}{86400}$$

$$Qp = \frac{54\,552 \text{ hab.} \times 175 \text{ habxl/dia}}{86400}$$

$$Qp = 110.49 \text{ l/s}$$

b) Caudal máximo diario (QMD)

Se usa para diseñar la LC y todas las estructuras que se encuentran en él. El caudal máximo diario es el máximo consumo que se espera realice la población en un día, conforme al reglamento de SEDAPAL, este consumo se considera tanto para el ámbito rural y urbano como el 130% del caudal promedio, esta variación del consumo se encuentra definida por el coeficiente “k1”. Tenemos así el cálculo del caudal máximo diario:

$$Qmd = Qp \times k1$$

$$Qmd = 110.49 \text{ l/s} \times 1.3$$

$$Qmd = 143.64 \text{ l/s}$$

c) Caudal máximo horario (QMH)

Se usa para diseñar todas las estructuras y tuberías aguas abajo del reservorio. Es el máximo gasto que será requerido en una determinada hora del día, conforme al reglamento de SEDAPAL, este consumo oscila entre el 180% y 250% del caudal promedio, esta variación del consumo se encuentra definida por el 61 coeficiente “k2”. Teniendo así el cálculo del caudal máximo horario determinado por la siguiente fórmula:

$$Qmh = Qp \times k2$$

$$Qmh = 110.49 \text{ l/s} \times 2.5$$

$$Qmh = 276.225 \text{ l/s}$$

d) Caudal máximo maximorum (QMM)

$$Qmm = Qp \times k1 \times k2$$

$$Qmm = 110.49 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 1.2 \times 2.5$$

$$Q_{mm} = 331.47 \text{ l/s}$$

El caudal para el sistema de abastecimiento del sector 352 de Carabayllo será de 143.64 l/seg, dado para un sistema y el mayor consumo será en hora punta por el cual el sistema debe de tener respaldo o reservas del tanque 100.

Tabla N° 15: Resumen de parámetros de diseño de red de agua potable

Parámetros de diseño para servicios de agua potable	
Periodo de Diseño	20 años
Tasa de Crecimiento Anual	
Población Actual (Po)	33 965 hab
Población Futura (Pf)	99 185 hab
Población Futura estudiada	54 552 hab
Dotación l/hab/día	200 l/hab/día
Coefficiente de Variación Diaria (K1)	1.3
Coefficiente de Variación Horaria (K2)	2.5
Demanda de consumo (Caudal promedio Qp)	110.49 l/s
Caudal promedio (Qp)	110.49 l/s
Caudal Máximo Diario (Qmd)	143.64 l/s
Caudal Máx. Horario (Qmh)	276.23 l/s
Caudal máximo maximorum (QMM)	331.47 l/s

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Fuente de abastecimiento de agua

Se usará como fuente de abastecimiento la red matriz existente, la cual cuenta con un diámetro nominal de 600 mm.

5.1.5 Reservorio

En el presente proyecto se considerará un reservorio apoyado para el aprovechamiento posterior de la superficie para destinarlo como uso de área

verde. El material para considerar es de concreto armado e impermeabilizado. Para el diseño del reservorio se considerará lo siguiente:

Volumen de regulación: Según la normativa de RNE – saneamiento OS. 040 es necesario satisfacer como mínimo la demanda máxima diaria de las zonas de influencia siendo determinado al 25% de la máxima demanda diaria debido a que es la que almacena y abastece a todo el sistema de la población.

$$Vr = MDD \times 25\%$$

$$Vr = (54\,552 \text{ hab} \times 175 \frac{l}{\text{hab}}) \times 25\%$$

$$Vr = 2386.650 \text{ m}^3$$

Volumen de emergencia: es el volumen para considerar para evitar el desabastecimiento de agua por periodos cortos o más días, por el cual se considera el 10% del volumen de regulación.

$$Ve = Vr \times 10 \%$$

$$Ve = 2386.66 \times 10 \%$$

$$Ve = 238.66 \text{ m}^3$$

Volumen contra incendios: es determinado a partir de una probabilidad de la magnitud del tamaño poblacional, Áreas destinadas netamente a vivienda 50 m³

$$Vi = 50 \text{ m}^3$$

El reservorio proyectado es apoyado de forma cilíndrica Se recomienda que las alturas de agua en los reservorios de almacenamiento estarán de acuerdo con el volumen y no deberán ser inferiores a 2.5 m. ni superiores a 8.0 m. Procederemos a dimensionar los reservorios de la manera siguiente:

$$Ac = V/h$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{V}{h}$$

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4(2675.15)}{\pi(8)}}$$

$$D = 20.63 \text{ m} \approx 21 \text{ m}$$

Tabla N°16: Resumen de parámetros de diseño asumido

Parámetros de diseño para servicios de agua potable		
Caudal promedio (Qp)	110.49	l/s
Caudal Máximo Diario (Qmd)	143.64	l/s
Caudal Máx. Horario (Qmh)	276.23	l/s
Volumen de regulación (Vr)	2386.65	m ³
Volumen contra incendio (Vi)	50	m ³
Volumen de emergencia (Ve)	238.66	m ³
Volumen total	2675.31	m ³
Altura	8	m
Diámetro	21	m

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el volumen total de la cisterna es de 3041 m³.

De esta manera considerando la figura geométrica de la cisterna como un cilindro.

Tabla N°17: Resultados del diseño del tanque elevado

Resultados de análisis de tanque elevado		
Volumen de almacén	4926	m ³
Altura (h)	8	m
Área	615.75	m ²
Diámetro	28	m
Espesor de muro	0.40	m
Espesor de piso	0.40	m

Fuente: Elaboración propia

5.1.6 Línea de aducción

La línea de aducción conduce el agua desde la cisterna ubicado en la cota 240.1 msnm hasta la red matriz de distribución de la ciudad a una cota de 201.47 msnm consta de una longitud de 134.20. el material usado es de PVC clase A-100 de 280 mm diámetro.

5.1.7 Diseño de la línea de aducción

Caudal Máximo Horario: $Q_{mh} = 276.225$ l/s

Asumimos una velocidad de flujo dentro del intervalo normalizado:

$$0.6 \leq V \leq 3.0 \text{ m/s}$$

$$V = 3 \text{ m/s}$$

Mediante la fórmula de Continuidad:

$$V = \frac{Q}{D^2}$$

Donde:

V: velocidad m/s

Q: Caudal en m³/s

D: Diámetro de la línea en pulgadas

Reemplazando valores

$$3 = \frac{Q}{D^2}$$

El diámetro tentativo resulta: D = 300 mm Entonces tenemos que tantear con los diámetros comerciales del mercado que cumplan con las condiciones hidráulicas requeridas mediante la fórmula de Hazzen y William:

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Donde:

Q: Caudal en l/s

C: Constante depende del material de la tubería (PVC 150)

D: Diámetro de la tubería en pulgadas

S: Gradiente Hidráulica en m/km

5.1.8 Red de Distribución

Una vez hecho el estudio de campo y definidas tentativamente las estructuras que han de construir el sistema de abastecimiento de agua. Las cantidades de agua estarán definidas por los consumos estimados en base a las dotaciones de agua. Sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables, lo cual hace pensar en la aplicación de los factores, k₂ y k₃, para las condiciones de consumo máximo horario y la estimación de la demanda de incendio. Las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio

mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda (nuestro reglamento nacional de edificaciones, que indica que la presión no debe ser menor de 10 mca ni mayor a 50 mca) Las redes de distribución estará conformada por tuberías de diámetro 75,90,110,160, 200,280 mm

5.1.9 Diseño de la red

De acuerdo con la topografía, de la viabilidad y de acuerdo con la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del tanque elevado, puede determinarse el tipo de red de distribución

La red que se diseñara es una red mixta es una red tipo mallado y una red tipo ramificado.

Se colocará en el programa WaterGEMS los diámetros de las tuberías, así como las cotas de los nudos, y los caudales de influencia.

5.2 Modelado de la red en WaterGEMS

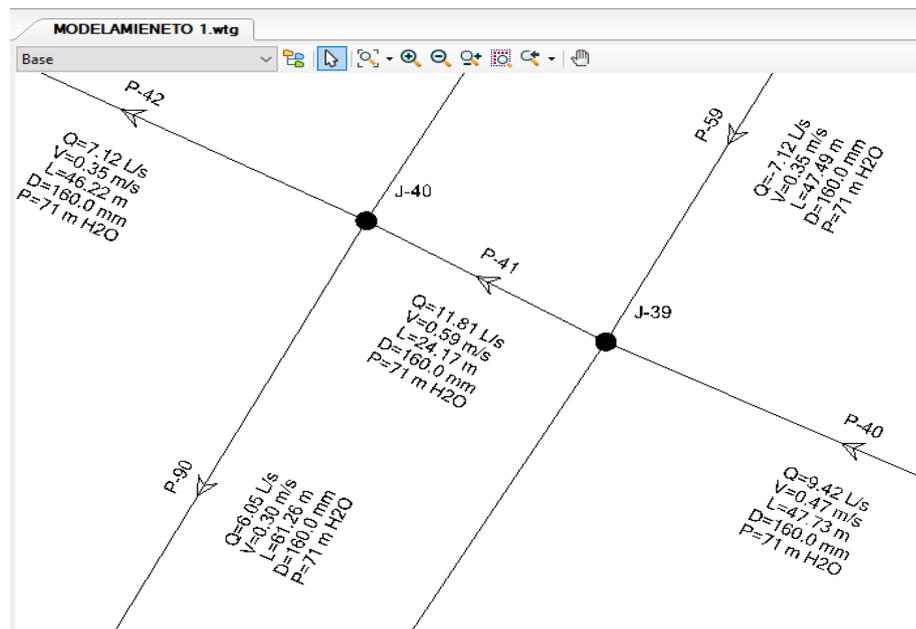


Figura N° 28: Modelado en Programa WaterGEMS

Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Diseño de red de desagüe

El caudal de diseño se define como la cantidad de aguas residuales por unidad de tiempo vertida por un pueblo o una ciudad. Este parámetro se define dentro de la literatura científica como la suma de cuatro factores, los cuales son, el

caudal de aportes domésticos, caudales de aporte industriales, aporte por usos comerciales, y el aporte de servicios institucionales. En términos matemáticos, se tiene:

$$Qd = Qc + Qinf + Qce$$

Donde:

Qd = Caudal de diseño (l/s)

Qc = Caudal de contribución por conexiones al alcantarillado (l/s)

Qce = Caudal por conexiones erradas (l/s)

$Qinf$ = Caudal por infiltración (l/s)

5.2.2 Parámetros de diseño de alcantarillado

Son los caudales que discurrirán a través de las redes de alcantarillado sanitario para el inicio y fin de la presente investigación.

a) Caudal de contribución por conexiones al alcantarillado

$$Qc = 0.80 \times Qmh$$

$$Qc = 0.80 \times 276.225 \text{ l/s}$$

$$Qc = 220.98 \text{ l/s}$$

Donde

Qc = Caudal de contribución por conexiones al alcantarillado (l/s)

Qmh = Caudal máximo horario (l/s)

b) Caudal por infiltración y entradas ilícitas

Estos caudales de infiltración se deben a las aguas del subsuelo, principalmente freáticas que ingresan través de arreglos en los colectores, cuando presentan fisuras o en la unión de colectores con las cámaras de inspección y en las mismas cámaras cuando permiten la infiltración del agua

Debido a que todavía no se conocen los diámetros de diseño, fue necesario estimar inicialmente el caudal de infiltración con un valor de 0.2 L/s*ha,

$$Qinf = 0.2 \text{ l/s} \times A(\text{ha})$$

$$Qinf = 0.2 \text{ l/s} \times 256.96$$

$$Qinf = 51.39 \text{ l/s}$$

Donde:

Q_{inf} = Caudal por infiltración (l/s)

A = Area de influencia en hectáreas (ha)

c) Caudal por conexiones erradas

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. Ecuación:

$$Q_{ce} = 5\% \times Q_c$$

$$Q_{ce} = 0.05 \times 220.98 \text{ l/s}$$

$$Q_{ce} = 11.05 \text{ l/s}$$

Donde:

Q_c = Caudal de contribución por conexiones al alcantarillado (l/s)

d) Caudal de diseño

Será la sumatoria de caudal de contribución al alcantarillado (Q_c), caudal infiltración (Q_{inf}), caudal por conexiones erradas (Q_{ce}).

$$Q_d = Q_c + Q_{inf} + Q_{ce}$$

$$Q_d = 220.98 + 51.39 + 11.05 = 283.42 \text{ l/s}$$

5.2.3 Modelación

Parámetros para el diseño según OS. 070 REDES DE AGUAS RESIDUALES

Se toma en consideración los siguientes puntos

- Velocidad mínima: 0.60 m/s
- Velocidad máxima: 5.00 m/s
- Porcentaje de llenado de tubería: 75%
- Tensión tractiva mínima de diseño: 1 Pa.

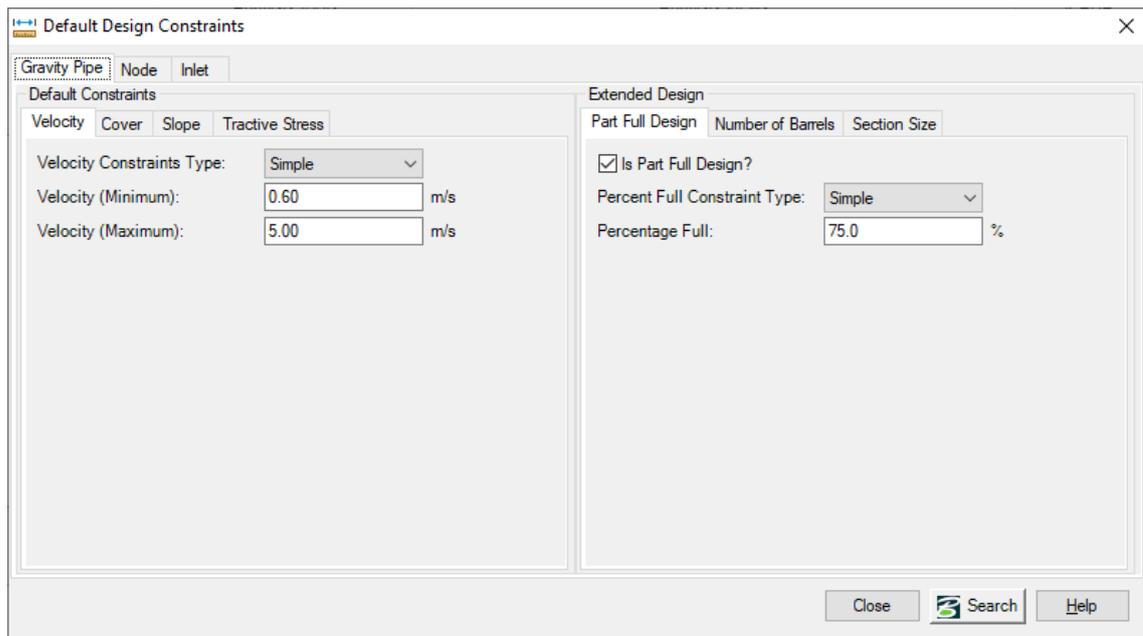


Figura N° 29: Valores límites de velocidad

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Modelación estática

Se realizó un análisis de flujo permanente a la propuesta de ampliación de la red de alcantarillado. A continuación, se muestran los resultados en tablas y gráficos de perfiles.

5.3 Análisis de resultados

La topografía que presentó el Sector 352 en el distrito de Carabayllo, departamento de Lima y entorno más cercano es predominantemente plano, el intervalo de cotas presente oscila desde los 180 m.s.n.m. hasta los 450 m.s.n.m.

Al no encontrarse planos topográficos y catastrales de la zona de estudio, se optó por utilizar otro método para obtener la información antes mencionada. Para ello se utilizaron otros softwares como Google Earth Pro (2022), GPS Visualizer (2019), Utilizando los softwares antes mencionados y procesando los datos obtenidos se obtuvo el plano topográfico y posteriormente se elaboró un plano con las curvas de nivel cada 1 m para el diseño hidráulico, tal como lo indica la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (2018).

El período de diseño recomendado para la presente investigación fue de 20 años, como lo indica la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de

saneamiento en el ámbito rural (2018). La población beneficiada para el año 2039 será de 54 552 habitantes.

La dotación que se eligió para este caso fue de 200 l/hab/día, según indica la norma técnica y SEDAPAL, para zonas urbanas.

Conociendo la dotación, se calculó el caudal promedio (Q_p) que es de 110.49l/s, consumo máximo diario (Q_{md}) es 143.64 l/s y el consumo máximo horario (Q_{mh}) es de 276.23l/s.

Para el volumen de almacenamiento se tuvo en consideración el volumen de regulación, el cual se calculó en 2386.65 m³. El volumen contra incendio se consideró de 50 m³. Mientras que el volumen de emergencia se calculó en 238.66 m³. El volumen de almacenamiento del reservorio se calculó en 2675.31 m³.

Cuando se obtuvieron los datos básicos de diseño, se propuso una alternativa de diseño para la red de abastecimiento de agua potable, basándonos en información recolectada y generada en el área de estudio.

Una vez calculado los componentes principales para la red de abastecimiento de agua potable, se llevó todos los datos al Software WaterGEMS, los cuales fueron procesados y posterior a eso obtuvimos resultados que se compararon con la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (2018).

Se observan tablas con los reportes de los nodos y tuberías generados en el software WaterGEMS.

Tabla N°18: Resultados obtenidos para la red de distribución I

Elemento	Nodo inicial	Nodo final	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga por tramo (m)
P-1	T-1	J-1	280	252.11	4.09	89.16	3.41
P-4	J-3	J-4	180	24.63	0.97	142.04	0.63
P-5	J-4	J-5	160	23.65	1.18	44.77	0.33
P-6	J-5	J-6	75	9.44	2.14	124.80	6.66
P-7	J-6	J-7	280	20.37	0.33	50.94	0.02
P-8	J-7	J-8	125	25.02	2.04	51.19	1.38
P-9	J-8	J-9	160	22.32	1.11	21.66	0.14
P-10	J-9	J-10	160	10.06	0.50	59.25	0.09
P-11	J-10	J-11	75	5.70	1.29	51.66	1.08

P-12	J-11	J-12	110	2.23	0.23	131.68	0.08
P-13	J-12	J-13	110	0.79	0.08	47.83	0.00
P-14	J-13	J-14	180	0.47	0.02	54.04	0.00
P-15	J-14	J-15	110	2.68	0.28	367.74	0.30
P-16	J-15	J-16	160	4.65	0.23	58.07	0.02
P-17	J-16	J-17	280	7.92	0.13	488.90	0.03
P-18	J-17	J-18	90	2.59	0.41	45.62	0.09
P-19	J-18	J-19	110	2.00	0.21	55.61	0.03
P-20	J-19	J-20	75	1.45	0.33	48.52	0.08
P-21	J-20	J-21	75	1.01	0.23	58.30	0.05
P-22	J-21	J-22	75	0.86	0.20	83.33	0.05
P-23	J-22	J-23	90	0.35	0.06	13.25	0.00
P-24	J-23	J-24	180	0.44	0.02	137.84	0.00
P-25	J-24	J-25	110	3.86	0.41	105.90	0.17
P-26	J-25	J-26	160	9.01	0.45	47.42	0.06
P-27	J-26	J-27	180	9.55	0.38	56.47	0.04
P-28	J-3	J-28	280	85.46	1.39	58.56	0.30
P-30	J-29	J-30	200	11.93	0.38	221.95	0.15
P-31	J-30	J-31	90	10.00	1.57	193.61	4.73
P-32	J-31	J-32	75	8.73	1.98	48.19	2.22
P-33	J-32	J-17	140	8.27	0.54	25.32	0.05
P-34	J-30	J-33	110	0.49	0.05	45.04	0.00
P-37	J-35	J-36	110	1.38	0.15	201.29	0.05
P-38	J-36	J-37	160	3.21	0.16	49.91	0.01
P-39	J-37	J-38	160	9.59	0.48	64.71	0.09
P-40	J-38	J-39	75	14.75	3.34	47.73	5.82
P-41	J-39	J-40	160	22.10	1.10	24.17	0.16
P-42	J-40	J-41	125	12.56	1.02	46.22	0.35
P-43	J-41	J-42	125	6.23	0.51	218.40	0.45
P-44	J-42	J-43	90	4.00	0.63	47.24	0.21
P-45	J-43	J-13	90	0.95	0.15	319.45	0.10
P-46	J-28	J-44	180	34.38	1.35	47.73	0.39
P-47	J-44	J-45	160	25.87	1.29	48.03	0.41
P-50	J-44	J-38	90	6.88	1.08	215.71	2.64
P-51	J-45	J-47	110	21.71	2.28	150.74	5.82
P-53	J-48	J-6	110	12.12	1.28	52.51	0.69
P-54	J-46	J-48	90	14.08	2.21	125.92	5.79
P-55	J-47	J-49	160	20.11	1.00	47.59	0.26
P-57	J-49	J-50	90	12.14	1.91	55.17	1.93
P-58	J-50	J-8	90	1.17	0.18	217.88	0.10
P-59	J-39	J-50	200	11.63	0.37	47.49	0.03
P-61	J-41	J-51	75	4.71	1.07	44.45	0.66
P-62	J-51	J-52	160	1.39	0.07	56.22	0.00
P-64	J-52	J-53	110	2.50	0.26	53.10	0.04

P-66	J-53	J-54	110	1.82	0.19	115.39	0.05
P-67	J-54	J-12	125	0.88	0.07	262.02	0.01
P-68	J-51	J-55	200	1.92	0.06	167.70	0.00
P-70	J-55	J-43	280	0.86	0.01	50.41	0.00
P-71	J-28	J-56	160	50.18	2.50	65.35	1.92
P-72	J-56	J-29	180	16.00	0.63	344.81	0.69
P-73	J-56	J-57	200	31.74	1.01	55.15	0.23
P-74	J-57	J-58	75	4.87	1.10	46.55	0.73
P-75	J-58	J-37	200	7.91	0.25	178.04	0.06
P-76	J-29	J-59	160	0.78	0.04	60.54	0.00
P-77	J-59	J-33	160	9.57	0.48	110.81	0.15
P-78	J-59	J-60	125	10.01	0.82	62.35	0.31
P-79	J-60	J-61	160	12.79	0.64	54.48	0.13
P-80	J-61	J-62	75	1.82	0.41	183.62	0.47
P-81	J-62	J-63	280	3.19	0.05	159.49	0.00
P-82	J-63	J-36	125	3.44	0.28	55.30	0.04
P-83	J-62	J-34	160	3.47	0.17	57.01	0.01
P-84	J-57	J-60	280	24.88	0.40	277.66	0.15
P-86	J-58	J-64	180	4.49	0.18	52.58	0.01
P-87	J-64	J-61	140	8.63	0.56	206.51	0.45
P-88	J-64	J-63	140	2.08	0.14	134.20	0.02
P-89	J-42	J-15	75	0.55	0.12	53.79	0.01
P-90	J-40	J-27	140	17.85	1.16	61.26	0.51
P-91	J-27	J-18	160	6.40	0.32	245.05	0.16
P-92	J-24	J-65	125	1.85	0.15	57.11	0.01
P-93	J-65	J-16	110	0.16	0.02	46.63	0.00
P-94	J-65	J-20	75	0.22	0.05	320.44	0.02
P-95	J-25	J-21	125	3.48	0.28	163.82	0.11
P-96	J-40	J-9	200	10.42	0.33	270.15	0.15
P-97	J-1	J-3	200	111.26	3.54	22.34	0.97
P-102	J-1	J-69	280	135.33	2.20	850.80	10.28
P-103	J-69	J-75	280	130.36	2.12	97.18	1.10
P-104	J-75	J-76	200	61.93	1.97	101.93	1.49
P-105	J-76	J-77	280	30.96	0.50	329.60	0.26
P-106	J-77	J-78	160	27.73	1.38	289.84	2.84
P-107	J-78	J-79	110	25.02	2.63	53.09	2.67
P-108	J-79	J-80	125	23.72	1.93	25.21	0.62
P-109	J-80	J-81	125	8.30	0.68	341.89	1.19
P-110	J-81	J-82	280	7.98	0.13	44.77	0.00
P-111	J-82	J-83	280	4.11	0.07	158.15	0.00
P-113	J-75	J-85	160	67.08	3.34	57.62	2.90
P-114	J-85	J-86	160	17.05	0.85	91.56	0.36
P-115	J-85	J-87	160	26.88	1.34	47.35	0.44
P-116	J-87	J-88	280	18.72	0.30	93.74	0.03

P-117	J-87	J-89	140	7.17	0.47	48.12	0.07
P-118	J-89	J-90	280	1.54	0.02	93.14	0.00
P-119	J-89	J-91	110	7.81	0.82	28.31	0.16
P-120	J-91	J-92	140	3.39	0.22	92.33	0.04
P-121	J-91	J-93	280	3.56	0.06	44.98	0.00
P-122	J-93	J-94	140	14.63	0.95	60.94	0.35
P-123	J-94	J-95	125	24.77	2.02	55.69	1.47
P-124	J-95	J-96	160	8.31	0.41	201.39	0.21
P-125	J-95	J-97	140	39.53	2.57	49.97	1.81
P-127	J-97	J-99	160	31.83	1.58	24.43	0.31
P-128	J-99	J-100	160	7.04	0.35	201.32	0.16
P-129	J-99	J-101	110	13.54	1.42	56.02	0.90
P-131	J-101	J-103	200	13.87	0.44	133.08	0.12
P-132	J-103	J-104	90	2.85	0.45	160.57	0.38
P-133	J-104	J-105	140	6.81	0.44	53.36	0.07
P-134	J-105	J-106	125	4.50	0.37	62.71	0.07
P-135	J-106	J-107	280	5.85	0.10	44.23	0.00
P-136	J-107	J-108	160	2.90	0.14	63.07	0.01
P-137	J-108	J-109	110	0.99	0.10	50.74	0.01
P-138	J-109	J-110	200	1.19	0.04	29.24	0.00
P-144	J-76	J-114	125	28.40	2.31	56.93	1.94
P-147	J-116	J-117	75	0.65	0.15	164.51	0.06
P-149	J-115	J-118	140	3.14	0.20	210.20	0.07
P-150	J-117	J-119	90	0.39	0.06	53.95	0.00
P-151	J-119	J-78	110	0.67	0.07	52.43	0.00
P-152	J-118	J-119	110	1.34	0.14	200.45	0.04
P-153	J-115	J-120	140	5.99	0.39	47.99	0.05
P-154	J-120	J-116	140	0.70	0.05	127.58	0.00
P-155	J-120	J-121	200	3.37	0.11	189.92	0.01
P-156	J-121	J-117	75	0.71	0.16	116.77	0.05
P-157	J-118	J-121	110	0.70	0.07	66.08	0.00
P-158	J-97	J-79	110	1.03	0.11	364.05	0.05
P-159	J-99	J-122	90	9.55	1.50	43.90	0.98
P-160	J-122	J-123	180	4.31	0.17	213.34	0.04
P-161	J-123	J-124	90	5.67	0.89	52.20	0.45
P-163	J-124	J-125	110	5.28	0.56	341.23	0.96
P-164	J-125	J-81	125	1.96	0.16	48.57	0.01
P-165	J-123	J-126	110	8.35	0.88	45.48	0.30
P-166	J-126	J-127	75	1.66	0.38	90.70	0.19
P-167	J-127	J-128	125	1.99	0.16	46.42	0.01
P-168	J-128	J-129	125	2.34	0.19	56.97	0.02
P-169	J-129	J-130	125	1.25	0.10	102.75	0.01
P-171	J-122	J-131	75	3.65	0.83	45.40	0.42
P-172	J-131	J-126	160	4.90	0.24	202.25	0.08

P-173	J-131	J-132	160	6.74	0.34	97.12	0.07
P-174	J-132	J-127	125	1.99	0.16	181.37	0.05
P-175	J-132	J-133	110	3.05	0.32	45.35	0.05
P-176	J-133	J-128	160	1.78	0.09	169.14	0.01
P-177	J-133	J-134	140	3.53	0.23	52.97	0.02
P-178	J-134	J-129	110	0.58	0.06	158.31	0.01
P-179	J-134	J-135	110	1.41	0.15	80.73	0.02
P-180	J-135	J-113	125	0.74	0.06	47.03	0.00
P-182	J-113	J-107	160	1.82	0.09	108.15	0.01
P-183	J-113	J-136	140	1.36	0.09	71.40	0.01
P-184	J-136	J-108	140	0.70	0.05	117.53	0.00
P-185	J-136	J-137	180	0.78	0.03	54.61	0.00
P-186	J-137	J-109	160	1.23	0.06	117.39	0.00
P-187	J-137	J-138	180	1.63	0.06	52.08	0.00
P-188	J-138	J-112	180	0.51	0.02	170.16	0.00
P-189	J-138	J-82	140	2.54	0.17	49.03	0.01
P-190	J-86	J-88	180	16.31	0.64	49.49	0.10
P-191	J-88	J-90	280	34.03	0.55	47.36	0.04
P-192	J-90	J-92	180	31.61	1.24	28.48	0.20
P-193	J-92	J-96	140	34.06	2.21	57.42	1.58
P-194	J-96	J-98	110	24.14	2.54	48.08	2.26
P-195	J-98	J-100	160	26.03	1.29	25.92	0.23
P-196	J-100	J-102	180	31.56	1.24	59.49	0.42
P-197	J-102	J-139	125	6.53	0.53	144.12	0.32
P-198	J-139	J-101	140	1.64	0.11	59.49	0.01
P-200	J-140	J-103	110	5.02	0.53	58.78	0.15
P-201	J-140	J-141	140	5.93	0.39	105.68	0.11
P-202	J-141	J-142	180	7.03	0.28	50.61	0.02
P-204	J-143	J-144	140	6.99	0.45	45.65	0.07
P-205	J-144	J-145	160	7.45	0.37	111.59	0.10
P-206	J-145	J-141	180	2.65	0.10	140.54	0.01
P-207	J-145	J-146	125	3.19	0.26	55.45	0.03
P-208	J-146	J-142	125	0.25	0.02	150.57	0.00
P-209	J-143	J-147	180	10.16	0.40	335.98	0.29
P-210	J-147	J-148	125	3.10	0.25	291.91	0.16
P-211	J-148	J-110	200	0.94	0.03	90.50	0.00
P-212	J-148	J-149	110	1.90	0.20	25.49	0.01
P-214	J-149	J-151	160	0.88	0.04	168.44	0.00
P-215	J-146	J-152	75	2.09	0.47	51.85	0.17
P-216	J-152	J-153	125	1.16	0.09	18.15	0.00
P-217	J-153	J-147	110	3.44	0.36	60.75	0.08
P-218	J-152	J-105	280	0.57	0.01	214.98	0.00
P-219	J-153	J-106	140	3.06	0.20	217.03	0.07
P-220	J-144	J-140	160	1.90	0.09	117.51	0.01

P-221	J-103	J-133	75	3.91	0.88	47.25	0.49
P-222	J-102	J-154	180	23.60	0.93	69.49	0.28
P-223	J-154	J-143	160	19.42	0.97	51.09	0.26
P-225	J-139	J-156	280	3.36	0.05	88.41	0.00
P-226	J-156	J-140	90	4.55	0.71	48.95	0.28
P-228	J-154	J-156	140	2.73	0.18	155.69	0.04
P-229	J-142	J-104	125	5.40	0.44	60.56	0.10
P-231	J-157	J-115	110	10.79	1.13	57.48	0.61
P-232	J-157	J-158	140	11.58	0.75	177.47	0.66
P-233	J-158	J-116	180	1.78	0.07	55.99	0.00
P-235	J-85	J-159	180	21.89	0.86	45.57	0.16
P-236	J-159	J-93	140	12.28	0.80	123.82	0.51
P-237	J-159	J-114	110	8.42	0.89	55.56	0.37
P-238	J-114	J-161	125	36.20	2.95	7.78	0.42
P-239	J-161	J-157	280	23.86	0.39	49.80	0.02
P-240	J-161	J-94	200	11.39	0.36	121.87	0.08
P-241	J-45	J-46	140	2.47	0.16	123.23	0.03
P-242	J-46	J-5	140	13.12	0.85	38.02	0.18
P-243	J-47	J-48	140	0.23	0.02	149.97	0.00
P-244	J-49	J-7	125	6.31	0.51	214.11	0.45
P-245	J-53	J-11	140	1.36	0.09	220.44	0.02
P-246	J-52	J-10	75	2.73	0.62	198.27	1.06
P-247	J-55	J-54	75	1.34	0.30	56.67	0.08
P-248	J-32	J-39	75	1.79	0.41	353.26	0.86
P-249	J-34	J-35	180	2.74	0.11	57.81	0.00
P-250	J-33	J-34	160	7.54	0.37	138.38	0.12
P-251	J-110	J-112	125	0.89	0.07	106.30	0.01
P-252	J-112	J-83	160	3.04	0.15	45.72	0.01
P-253	J-80	J-124	140	13.26	0.86	45.90	0.22
P-254	J-130	J-125	90	0.99	0.16	53.91	0.02
P-255	J-135	J-130	160	0.71	0.04	135.99	0.00
P-256	J-95	J-158	90	8.32	1.31	49.87	0.87
P-257	J-97	J-98	110	3.33	0.35	199.61	0.24

Fuente: Software WaterGEMS (2022)

Tabla N°19: Resultados obtenidos para la red de distribución II

Elemento	Elevación (m)	Caudal (L/s)	Gradiente hidráulica (m)	Presión (mca)	Y (m)	X (m)
J-3	199.96	1.17	249.62	50	8,684,298.17	278,961.71
J-4	203	0.98	248.99	46	8,684,433.92	279,003.16
J-5	199.31	1.09	248.67	49	8,684,453.65	278,962.97
J-6	193.56	1.2	242.01	48	8,684,536.17	278,869.34

J-7	192.82	1.66	241.99	49	8,684,569.38	278,830.71
J-8	192.45	1.53	240.61	48	8,684,598.13	278,788.36
J-9	192.21	1.84	240.47	48	8,684,613.10	278,772.70
J-10	192.04	1.62	240.38	48	8,684,662.89	278,740.59
J-11	192.36	2.12	239.29	47	8,684,703.97	278,709.26
J-12	193.17	2.32	239.22	46	8,684,799.79	278,618.92
J-13	193	2.21	239.21	46	8,684,825.68	278,578.71
J-14	191.78	2.21	239.21	47	8,684,849.79	278,530.35
J-15	188.98	2.52	239.51	50	8,684,525.00	278,357.88
J-16	187.42	3.11	239.53	52	8,684,471.42	278,335.48
J-17	182.97	2.94	239.56	56	8,684,073.40	278,464.79
J-18	183	1.82	239.65	57	8,684,108.70	278,493.68
J-19	183.16	0.55	239.63	56	8,684,145.24	278,451.77
J-20	183.54	2.24	239.55	56	8,684,177.83	278,415.80
J-21	184.41	1.6	239.6	55	8,684,228.96	278,443.82
J-22	184.89	0.51	239.54	55	8,684,284.87	278,382.03
J-23	185.05	0.79	239.54	54	8,684,296.91	278,376.49
J-24	187	1.58	239.54	52	8,684,424.72	278,428.11
J-25	186.62	1.66	239.71	53	8,684,373.54	278,520.83
J-26	186.62	0.55	239.77	53	8,684,352.20	278,563.17
J-27	186.54	1.9	239.81	53	8,684,323.42	278,611.76
J-28	198	0.9	249.32	51	8,684,241.97	278,945.25
J-29	187.39	3.29	246.71	59	8,683,845.28	278,841.02
J-30	184.55	2.42	246.56	62	8,683,904.16	278,671.33
J-31	182.61	1.27	241.84	59	8,684,026.91	278,521.62
J-32	182.29	2.24	239.61	57	8,684,058.77	278,485.46
J-33	185.53	1.54	246.56	61	8,683,938.97	278,699.90
J-34	183.47	1.33	246.44	63	8,684,027.91	278,593.89
J-35	183.3	1.36	246.44	63	8,684,067.08	278,551.37
J-36	186.15	1.61	246.39	60	8,684,243.08	278,649.05
J-37	186.82	1.54	246.38	59	8,684,287.22	278,672.36
J-38	187.72	1.72	246.29	58	8,684,343.92	278,703.55
J-39	187.46	2.48	240.48	53	8,684,365.38	278,660.92
J-40	187.41	2.11	240.32	53	8,684,377.71	278,640.13
J-41	188	1.62	239.97	52	8,684,399.45	278,599.34
J-42	187.94	1.68	239.53	51	8,684,501.96	278,406.49
J-43	188.72	2.19	239.31	50	8,684,543.99	278,428.04
J-44	194.11	1.63	248.93	55	8,684,254.46	278,899.19
J-45	195.85	1.69	248.52	53	8,684,300.78	278,911.94
J-46	198.36	1.51	248.49	50	8,684,418.32	278,948.91
J-47	189.15	1.83	242.69	53	8,684,357.96	278,773.22
J-48	192.25	1.72	242.7	50	8,684,489.59	278,845.10
J-49	188.61	1.66	242.44	54	8,684,379.91	278,730.99
J-50	188.05	1.68	240.51	52	8,684,407.35	278,683.13

J-51	188.23	1.41	239.32	51	8,684,439.20	278,619.23
J-52	189.14	1.61	239.32	50	8,684,489.09	278,645.17
J-53	189.16	2.04	239.28	50	8,684,513.63	278,598.08
J-54	189.34	2.28	239.23	50	8,684,568.18	278,496.40
J-55	188.37	1.44	239.31	51	8,684,517.55	278,470.95
J-56	196.43	2.44	247.4	51	8,684,178.79	278,928.56
J-57	192.83	1.99	247.17	54	8,684,195.21	278,875.91
J-58	190.18	1.45	246.44	56	8,684,208.25	278,831.23
J-59	186.31	1.23	246.71	60	8,683,867.79	278,784.82
J-60	188.22	2.07	247.02	59	8,683,926.66	278,805.38
J-61	187.52	2.33	246.89	59	8,683,959.57	278,761.96
J-62	184.75	2.1	246.43	62	8,684,077.80	278,621.47
J-63	186.49	1.83	246.43	60	8,684,217.65	278,698.16
J-64	190.23	2.06	246.45	56	8,684,157.35	278,818.05
J-65	187.14	2.23	239.53	52	8,684,450.25	278,377.02
J-69	191.06	4.97	240.31	49	8,684,883.67	278,478.02
J-1	201.47	5.52	250.59	49	8,684,305.42	278,975.99
J-75	190.98	1.35	239.21	48	8,684,798.01	278,432.13
J-76	190.06	2.56	237.72	48	8,684,708.82	278,382.79
J-77	186.34	3.23	237.46	51	8,684,428.31	278,209.70
J-78	181.58	2.05	234.62	53	8,684,491.91	277,971.78
J-79	181.38	2.32	231.96	50	8,684,528.20	277,933.03
J-80	181.38	2.17	231.34	50	8,684,543.69	277,913.14
J-81	180.53	2.28	230.15	50	8,684,762.58	277,650.51
J-82	180.36	1.32	230.15	50	8,684,791.22	277,616.09
J-83	180.03	1.07	230.14	50	8,684,893.78	277,495.70
J-85	188.79	1.27	236.32	47	8,684,824.60	278,381.02
J-86	189.97	0.74	235.95	46	8,684,905.48	278,423.92
J-87	188.1	0.99	235.88	48	8,684,844.94	278,338.26
J-88	189.44	1	235.85	46	8,684,928.75	278,380.24
J-89	187.6	0.89	235.81	48	8,684,866.54	278,295.26
J-90	188.84	0.89	235.81	47	8,684,949.47	278,337.65
J-91	187.25	0.87	235.64	48	8,684,879.98	278,270.34
J-92	188.2	0.94	235.61	47	8,684,962.27	278,312.21
J-93	186.55	1.21	235.64	49	8,684,840.31	278,249.13
J-94	185.7	1.25	235.29	49	8,684,786.11	278,221.26
J-95	185.26	1.87	233.82	48	8,684,810.04	278,170.97
J-96	188.06	1.61	234.03	46	8,684,989.78	278,261.81
J-97	185.38	3.35	232.01	47	8,684,833.37	278,126.78
J-98	187.91	1.44	231.77	44	8,685,010.67	278,218.50
J-99	185.35	1.71	231.7	46	8,684,841.96	278,103.91
J-100	187.91	1.5	231.54	44	8,685,021.52	278,194.96
J-101	185.76	1.3	230.8	45	8,684,867.25	278,053.92
J-102	187.94	1.43	231.13	43	8,685,050.36	278,142.94

J-103	185	2.1	230.68	46	8,684,929.24	277,936.17
J-104	183.8	1.44	230.29	46	8,685,001.19	277,792.63
J-105	183.48	1.74	230.22	47	8,685,031.91	277,749.00
J-106	183.19	1.7	230.15	47	8,685,065.02	277,695.74
J-107	182.62	1.13	230.15	47	8,685,032.03	277,666.29
J-108	181.72	1.21	230.14	48	8,684,984.95	277,624.32
J-109	181.05	1.04	230.13	49	8,684,946.08	277,591.70
J-110	181	1.14	230.13	49	8,684,964.16	277,568.72
J-112	180.48	1.64	230.14	50	8,684,936.48	277,512.05
J-113	183.31	1.19	230.14	47	8,684,970.30	277,755.09
J-114	187.03	0.63	235.78	49	8,684,735.79	278,332.65
J-115	187.21	1.66	234.74	47	8,684,635.04	278,277.06
J-116	184.03	1.83	234.68	51	8,684,716.47	278,121.51
J-117	182.93	1.76	234.62	52	8,684,573.65	278,039.87
J-118	185.83	2.5	234.67	49	8,684,457.31	278,164.82
J-119	181.94	1.61	234.62	53	8,684,532.15	278,005.39
J-120	186.22	1.92	234.68	48	8,684,657.38	278,234.58
J-121	185	1.96	234.67	50	8,684,499.04	278,129.70
J-122	185.09	1.59	230.72	46	8,684,803.10	278,083.49
J-123	183	1.63	230.68	48	8,684,618.42	277,976.70
J-124	182.18	2.31	231.12	49	8,684,578.76	277,942.75
J-125	181.27	2.33	230.16	49	8,684,799.26	277,682.34
J-126	182.87	1.78	230.38	47	8,684,648.30	277,942.42
J-127	182.43	1.67	230.18	48	8,684,706.27	277,872.67
J-128	182.2	1.43	230.17	48	8,684,736.64	277,837.56
J-129	182.31	1.67	230.15	48	8,684,773.54	277,794.16
J-130	181.93	1.54	230.14	48	8,684,840.91	277,716.58
J-131	185.03	1.81	230.3	45	8,684,823.75	278,043.05
J-132	184.72	1.7	230.23	45	8,684,867.25	277,956.22
J-133	184.44	1.65	230.18	46	8,684,886.84	277,915.32
J-134	184.23	1.53	230.16	46	8,684,912.93	277,869.22
J-135	183.7	1.38	230.14	46	8,684,950.15	277,797.58
J-136	182.38	1.28	230.13	48	8,684,910.86	277,715.55
J-137	181.65	1.18	230.13	48	8,684,869.11	277,680.34
J-138	180.96	1.42	230.14	49	8,684,830.62	277,645.27
J-139	186.16	1.53	230.8	45	8,684,920.85	278,079.71
J-140	185.66	1.74	230.52	45	8,684,983.94	277,957.70
J-141	184.77	1.56	230.41	46	8,685,032.34	277,863.75
J-142	184.68	1.37	230.39	46	8,685,055.76	277,818.89
J-143	187.59	2.27	230.58	43	8,685,121.27	278,045.41
J-144	187.07	1.44	230.52	43	8,685,084.24	278,018.71
J-145	186.38	1.61	230.42	44	8,685,154.70	277,932.18
J-146	186	1.35	230.39	44	8,685,188.84	277,888.49
J-147	186.44	3.61	230.29	44	8,685,270.85	277,786.67

J-148	182.13	2.14	230.13	48	8,685,046.57	277,599.83
J-149	181.75	1.02	230.12	48	8,685,029.22	277,581.14
J-151	182	0.88	230.12	48	8,685,058.16	277,542.02
J-152	185.94	1.5	230.22	44	8,685,221.56	277,848.27
J-153	185.89	1.55	230.22	44	8,685,232.49	277,833.78
J-154	187.72	1.45	230.84	43	8,685,090.98	278,086.55
J-156	186.2	1.54	230.8	45	8,684,961.34	278,001.12
J-157	187.36	1.49	235.34	48	8,684,685.39	278,304.79
J-158	184.68	1.49	234.68	50	8,684,766.38	278,146.88
J-159	188.44	1.18	236.15	48	8,684,784.38	278,359.59
J-161	186.83	0.94	235.37	48	8,684,728.97	278,328.90

Fuente: Software WaterGEMS (2021)

Como se observa en las tablas N°18 y N° 19, el software WaterGEMS nos brinda las velocidades en (m/s) de la red de distribución. Los cuales algunos tramos no cumplen con las velocidades mínimas ni máximas que indica el RNE OS 050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO y que no pueden ser menores a 0.60 m/s ni mayores a 5.00 m/s en zonas urbanas. También se observa que en las redes de distribución presenta diámetros desde 75 mm hasta los 280 mm como diámetros nominales, de clase A-10, de material PVC tal y como lo indica la norma OS 50 RNE.

En cuanto a la presión estática todos los tramos cumplen con la presión mínima de 10 m.c.a, sin embargo, hay tramos que no cumplen con la presión máxima de 50 m.c.a.

El análisis hidráulico de la red proyectada de alcantarillado se realizó aplicando la ecuación de Manning y considerando un coeficiente de rugosidad de 0.01 (n de la Ecuación de Manning) para tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) de acuerdo con la Norma OS. 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2009). En secuencia del desarrollo del modelo hidráulico se recopiló y validó características físicas de cada uno de los componentes hidráulicos de la red de alcantarillado que se utilizaron en el modelado.

De acuerdo con las consideraciones de las Normas OS 070 (2009) y OS 100 (2009) del Reglamento Nacional de Edificaciones que se explicaron con anterioridad, se logró diseñar la red de alcantarillado considerando las siguientes características:

- El valor mínimo del caudal a considerar en todos los tramos de red es de 1.5 L/s.
- La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final $V_f = 5$ m/s.

- El caudal de contribución al alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80% del caudal de agua potable consumida.
- Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 200 mm, mientras que el diámetro mínimo para una conexión predial será de 100 mm.
- Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 200 mm, y para una conexión predial el diámetro mínimo será de 100 mm.
- La distancia máxima entre cámaras de inspección (buzones) está en relación con el diámetro nominal de la tubería. Es decir, para una tubería de 150 mm se debe considerar una distancia máxima de 60m.

Tabla N°20: Distancia máxima entre buzones

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

Fuente: OS 070 RNE

- La altura máxima de agua debe tener un valor igual o inferior a 75% del diámetro del colector.
- El diámetro interior de los buzones será de 1.20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro y de 1.50 m para las tuberías de hasta 1200 mm.
- Todos los análisis y diseños de la red de alcantarillado se realizaron con el programa SewerGEMS, la cual sirve para conducciones con flujo uniforme como es el caso de esta investigación. Se presentan los diferentes resultados de los cálculos efectuados por el emisor del proyecto para las condiciones de diseño de 20 años de servicio.

Tabla N°21: Resultados obtenidos del diseño de los buzones

Buzón	Elevación (superior)(m)	Elevación (inferior)(m)	Profundidad (m)	Diámetro (mm)
BZ-01	184.36	183.26	1.10	1,200
BZ-02	185.00	183.90	1.10	1,200
BZ-03	196.58	195.47	1.10	1,200
BZ-04	197.01	195.59	1.42	1,200
BZ-05	197.24	195.87	1.37	1,200
BZ-06	187.24	184.34	2.90	1,200
BZ-07	186.60	184.76	1.85	1,200
BZ-08	186.37	185.26	1.10	1,200
BZ-09	186.17	183.61	2.56	1,200
BZ-10	187.06	184.07	2.99	1,200
BZ-11	184.00	182.47	1.53	1,200
BZ-12	191.37	188.53	2.84	1,200
BZ-13	186.38	183.68	2.70	1,200
BZ-14	184.00	182.90	1.10	1,200
BZ-15	184.98	183.66	1.32	1,200
BZ-16	185.81	184.71	1.10	1,200
BZ-17	186.50	185.29	1.21	1,200
BZ-18	183.74	182.23	1.50	1,200
BZ-19	185.00	183.90	1.10	1,200
BZ-20	185.84	184.74	1.10	1,200
BZ-21	186.48	185.38	1.10	1,200
BZ-22	185.18	184.08	1.10	1,200
BZ-23	186.63	185.52	1.10	1,200
BZ-24	187.22	186.12	1.10	1,200
BZ-25	186.61	185.04	1.57	1,200
BZ-26	187.45	186.26	1.18	1,200
BZ-27	188.00	186.86	1.14	1,200
BZ-28	188.66	187.05	1.61	1,200
BZ-29	188.97	187.87	1.10	1,200
BZ-30	187.63	186.53	1.10	1,200
BZ-31	188.00	186.90	1.10	1,200
BZ-32	188.53	187.30	1.23	1,200
BZ-33	185.16	184.06	1.10	1,200
BZ-34	188.50	187.40	1.10	1,200
BZ-35	188.49	187.38	1.10	1,200
BZ-36	185.91	184.81	1.10	1,200
BZ-37	186.40	184.59	1.80	1,200
BZ-38	186.47	183.58	2.89	1,200
BZ-39	185.77	184.67	1.10	1,200
BZ-40	185.60	183.79	1.81	1,200
BZ-41	190.47	189.37	1.10	1,200
BZ-42	191.05	189.08	1.97	1,200
BZ-43	191.17	188.81	2.36	1,200

BZ-44	185.82	184.71	1.10	1,200
BZ-45	191.42	188.55	2.88	1,200
BZ-46	191.00	189.90	1.10	1,200
BZ-47	191.49	189.63	1.86	1,200
BZ-48	191.62	189.36	2.27	1,200
BZ-49	191.76	189.08	2.67	1,200
BZ-50	197.14	196.04	1.10	1,200
BZ-51	196.90	195.43	1.47	1,200
BZ-52	196.05	194.05	2.01	1,200
BZ-53	186.50	185.39	1.10	1,200
BZ-54	196.00	194.33	1.67	1,200
BZ-55	195.66	194.50	1.15	1,200
BZ-56	195.73	193.62	2.12	1,200
BZ-57	196.26	193.79	2.47	1,200
BZ-58	183.00	181.82	1.18	1,200
BZ-59	183.93	181.47	2.46	1,200
BZ-60	184.00	181.12	2.88	1,200
BZ-61	186.48	185.38	1.10	1,200
BZ-62	183.61	180.82	2.79	1,200
BZ-63	182.10	180.58	1.52	1,200
BZ-64	182.20	180.38	1.82	1,200
BZ-65	183.73	180.21	3.52	1,200
BZ-66	181.75	179.44	2.30	1,200
BZ-67	181.01	179.14	1.87	1,200
BZ-68	181.00	178.89	2.11	1,200
BZ-69	179.56	177.29	2.27	1,200
BZ-70	180.31	177.58	2.73	1,200
BZ-71	180.10	177.98	2.12	1,200
BZ-72	187.33	186.23	1.10	1,200
BZ-73	180.00	178.38	1.62	1,200
BZ-74	180.36	178.63	1.74	1,200
BZ-75	181.00	179.04	1.96	1,200
BZ-76	184.96	182.41	2.54	1,200
BZ-77	186.33	185.23	1.10	1,200
BZ-78	187.00	185.90	1.10	1,200
BZ-79	185.00	183.28	1.72	1,200
BZ-80	185.08	182.82	2.26	1,200
BZ-81	185.03	183.07	1.96	1,200
BZ-82	186.01	183.37	2.64	1,200
BZ-83	183.92	182.76	1.15	1,200
BZ-84	189.00	187.54	1.46	1,200
BZ-85	190.66	187.93	2.73	1,200
BZ-86	187.65	184.30	3.35	1,200
BZ-87	187.56	184.55	3.02	1,200
BZ-88	186.69	183.80	2.89	1,200
BZ-89	186.87	184.05	2.82	1,200

BZ-90	188.30	186.72	1.58	1,200
BZ-91	194.71	193.27	1.45	1,200
BZ-92	191.68	190.27	1.42	1,200
BZ-93	185.00	183.84	1.16	1,200
BZ-94	193.01	191.60	1.42	1,200
BZ-95	186.80	184.95	1.85	1,200
BZ-96	190.54	188.32	2.22	1,200
BZ-97	186.02	183.76	2.26	1,200
BZ-98	188.20	186.42	1.78	1,200
BZ-99	182.77	179.80	2.97	1,200
BZ-100	184.00	182.66	1.34	1,200
BZ-101	184.00	182.35	1.65	1,200
BZ-102	186.10	184.99	1.10	1,200
BZ-103	196.57	195.16	1.42	1,200
BZ-104	197.08	195.97	1.10	1,200
BZ-105	181.15	179.19	1.96	1,200
BZ-106	186.62	185.51	1.10	1,200
BZ-107	197.24	196.13	1.10	1,200
BZ-108	180.84	178.10	2.74	1,200
BZ-109	198.44	197.33	1.10	1,200
BZ-110	195.36	194.26	1.10	1,200
BZ-111	193.59	192.48	1.10	1,200
BZ-112	193.33	192.18	1.14	1,200
BZ-113	192.52	191.42	1.10	1,200
BZ-114	189.96	188.86	1.10	1,200
BZ-115	190.08	188.56	1.52	1,200
BZ-116	186.55	185.45	1.10	1,200
BZ-117	184.24	181.98	2.26	1,200
BZ-118	184.01	181.60	2.41	1,200
BZ-119	181.33	178.34	2.99	1,200
BZ-120	193.32	190.94	2.38	1,200
BZ-121	188.36	186.32	2.04	1,200
BZ-122	192.57	190.56	2.02	1,200
BZ-123	189.16	187.60	1.56	1,200
BZ-124	189.31	188.13	1.18	1,200
BZ-125	192.97	191.86	1.10	1,200
BZ-126	188.72	186.03	2.69	1,200
BZ-127	187.87	185.68	2.19	1,200
BZ-128	192.33	191.22	1.10	1,200
BZ-129	182.20	179.57	2.62	1,200
BZ-130	191.66	190.55	1.10	1,200
BZ-131	188.66	185.40	3.27	1,200
BZ-132	187.22	185.10	2.12	1,200
BZ-133	183.21	180.66	2.55	1,200
BZ-134	182.52	179.31	3.21	1,200
BZ-135	192.29	190.85	1.44	1,200

BZ-136	189.07	187.32	1.75	1,200
BZ-137	188.23	187.00	1.23	1,200
BZ-138	188.00	185.87	2.13	1,200
BZ-139	187.26	186.16	1.10	1,200
BZ-140	183.00	181.90	1.10	1,200
BZ-141	183.20	181.61	1.59	1,200
BZ-142	183.60	181.33	2.27	1,200
BZ-143	184.07	180.93	3.14	1,200
BZ-144	192.76	191.65	1.10	1,200
BZ-145	188.51	187.32	1.18	1,200
BZ-146	193.45	192.34	1.10	1,200
BZ-147	189.15	187.99	1.15	1,200
BZ-148	186.49	184.76	1.73	1,200
BZ-149	187.83	185.57	2.26	1,200
BZ-150	186.54	185.04	1.51	1,200
BZ-151	187.01	185.91	1.10	1,200
BZ-152	187.61	186.46	1.15	1,200
BZ-153	186.83	185.67	1.15	1,200
BZ-154	186.09	184.94	1.15	1,200
BZ-155	183.31	182.11	1.20	1,200
BZ-156	188.01	186.83	1.18	1,200
BZ-157	198.00	196.90	1.10	1,200
BZ-158	192.02	190.92	1.10	1,200
BZ-159	187.22	186.03	1.18	1,200
BZ-160	195.65	194.55	1.10	1,200
BZ-161	192.95	191.85	1.10	1,200
BZ-162	186.38	185.14	1.23	1,200
BZ-163	188.21	187.06	1.15	1,200
BZ-164	187.35	186.19	1.15	1,200
BZ-165	184.79	183.64	1.15	1,200
BZ-166	186.58	185.48	1.10	1,200
BZ-167	183.46	182.31	1.15	1,200
BZ-168	186.48	185.38	1.10	1,200
BZ-169	187.00	185.56	1.44	1,200
BZ-170	192.22	191.11	1.10	1,200
BZ-171	197.38	196.27	1.10	1,200
BZ-172	184.44	183.33	1.11	1,200
BZ-173	191.91	190.80	1.10	1,200
BZ-174	190.74	189.59	1.15	1,200
BZ-175	191.02	189.92	1.10	1,200
BZ-176	191.23	189.46	1.78	1,200
BZ-177	190.26	188.90	1.36	1,200
BZ-178	189.00	187.85	1.15	1,200
BZ-179	186.00	184.85	1.15	1,200
BZ-180	185.33	184.18	1.15	1,200
BZ-181	185.20	183.95	1.25	1,200

BZ-182	184.75	183.59	1.15	1,200
BZ-183	183.13	181.97	1.15	1,200
BZ-184	181.61	180.31	1.29	1,200
BZ-185	181.26	179.97	1.29	1,200
BZ-186	190.00	188.90	1.10	1,200
BZ-187	189.24	188.14	1.10	1,200
BZ-188	188.89	187.79	1.10	1,200
BZ-189	188.54	187.44	1.10	1,200
BZ-190	187.03	185.93	1.10	1,200
BZ-191	187.50	185.63	1.87	1,200
BZ-192	187.34	185.35	1.99	1,200
BZ-193	186.35	184.75	1.60	1,200
BZ-194	186.00	184.37	1.63	1,200
BZ-195	185.66	184.20	1.46	1,200
BZ-196	185.05	183.89	1.15	1,200
BZ-197	183.29	182.14	1.15	1,200
BZ-198	181.96	180.73	1.23	1,200
BZ-199	189.51	188.41	1.10	1,200
BZ-200	188.16	187.01	1.15	1,200
BZ-201	187.66	186.51	1.15	1,200
BZ-202	187.33	186.18	1.15	1,200
BZ-203	186.51	185.36	1.15	1,200
BZ-204	185.76	184.60	1.16	1,200
BZ-205	185.21	184.02	1.18	1,200
BZ-206	184.62	183.44	1.18	1,200
BZ-207	184.01	182.83	1.18	1,200
BZ-208	183.48	182.23	1.25	1,200
BZ-209	183.05	181.82	1.23	1,200
BZ-210	187.16	186.05	1.10	1,200
BZ-211	186.79	185.68	1.10	1,200
BZ-212	186.13	185.02	1.10	1,200
BZ-213	185.38	184.27	1.10	1,200
BZ-214	184.48	183.37	1.10	1,200
BZ-215	183.71	182.61	1.10	1,200
BZ-216	183.00	181.65	1.35	1,200
BZ-217	182.03	180.88	1.15	1,200
BZ-218	187.96	186.85	1.10	1,200
BZ-219	186.14	185.04	1.10	1,200
BZ-220	186.48	184.84	1.64	1,200
BZ-221	186.32	184.62	1.70	1,200
BZ-222	185.69	184.35	1.34	1,200
BZ-223	185.00	183.85	1.15	1,200
BZ-224	184.35	182.86	1.49	1,200
BZ-225	183.39	182.21	1.18	1,200
BZ-226	182.70	181.52	1.18	1,200
BZ-227	182.18	180.89	1.29	1,200

BZ-228	181.37	180.12	1.25	1,200
BZ-229	180.70	179.13	1.57	1,200
BZ-230	185.37	184.27	1.10	1,200
BZ-231	185.03	183.92	1.10	1,200
BZ-232	184.45	183.34	1.10	1,200
BZ-233	183.68	182.58	1.10	1,200
BZ-234	183.36	182.26	1.10	1,200
BZ-235	183.02	181.91	1.10	1,200
BZ-236	182.22	181.11	1.10	1,200
BZ-237	181.32	180.17	1.15	1,200
BZ-238	187.61	186.50	1.10	1,200
BZ-239	186.52	185.41	1.10	1,200
BZ-240	187.73	186.49	1.25	1,200
BZ-241	187.18	186.08	1.10	1,200
BZ-242	186.78	185.63	1.15	1,200
BZ-243	186.52	185.36	1.15	1,200
BZ-244	186.69	183.84	2.85	1,200
BZ-245	186.06	183.56	2.49	1,200
BZ-246	185.74	183.44	2.30	1,200
BZ-247	185.28	183.21	2.07	1,200
BZ-248	184.89	182.87	2.01	1,200
BZ-249	183.90	182.58	1.32	1,200
BZ-250	183.48	182.28	1.20	1,200
BZ-251	183.09	181.90	1.18	1,200
BZ-252	182.52	181.25	1.26	1,200
BZ-253	181.81	180.63	1.18	1,200
BZ-254	181.08	179.90	1.18	1,200
BZ-255	180.43	178.39	2.04	1,200
BZ-256	183.46	182.36	1.10	1,200
BZ-257	181.95	180.74	1.22	1,200
BZ-258	181.27	179.52	1.75	1,200
BZ-259	183.21	182.11	1.10	1,200
BZ-260	182.39	181.28	1.10	1,200
BZ-261	181.65	180.55	1.10	1,200
BZ-262	180.97	179.86	1.10	1,200
BZ-263	186.29	185.19	1.10	1,200
BZ-264	184.85	183.74	1.10	1,200
BZ-265	185.82	184.67	1.15	1,200
BZ-266	183.91	182.80	1.10	1,200
BZ-267	183.45	182.34	1.10	1,200
BZ-268	182.62	181.51	1.10	1,200
BZ-269	184.97	183.60	1.37	1,200
BZ-270	184.65	183.12	1.53	1,200
BZ-271	184.12	183.00	1.12	1,200
BZ-272	183.16	182.06	1.10	1,200
BZ-273	182.48	181.17	1.30	1,200

BZ-274	182.89	181.61	1.28	1,200
BZ-275	187.00	185.85	1.15	1,200
BZ-276	187.31	185.53	1.78	1,200
BZ-277	186.49	185.26	1.23	1,200
BZ-278	182.31	181.21	1.10	1,200
BZ-279	182.24	180.97	1.27	1,200
BZ-280	184.27	183.17	1.10	1,200
BZ-281	183.51	182.41	1.10	1,200
BZ-282	181.97	180.87	1.10	1,200
BZ-283	181.76	180.52	1.24	1,200
BZ-284	181.83	179.93	1.91	1,200
BZ-285	188.00	186.90	1.10	1,200
BZ-286	188.08	186.69	1.39	1,200
BZ-287	188.75	187.65	1.10	1,200
BZ-288	187.86	186.76	1.10	1,200
BZ-289	186.98	185.87	1.10	1,200
BZ-290	186.26	185.16	1.10	1,200
BZ-291	186.00	184.88	1.12	1,200
BZ-292	186.42	185.32	1.10	1,200
BZ-293	185.05	183.95	1.10	1,200
BZ-294	186.09	184.99	1.10	1,200
BZ-295	185.71	184.60	1.10	1,200
BZ-296	185.27	184.16	1.10	1,200
BZ-297	184.99	183.88	1.10	1,200
BZ-298	183.98	182.88	1.10	1,200
BZ-299	185.14	184.03	1.10	1,200
BZ-300	186.82	185.72	1.10	1,200
BZ-301	186.58	185.48	1.10	1,200
BZ-302	185.84	184.62	1.22	1,200
BZ-303	185.80	184.70	1.10	1,200
BZ-304	187.81	186.70	1.10	1,200
BZ-305	186.93	185.66	1.27	1,200
BZ-306	185.24	184.14	1.10	1,200
BZ-307	185.09	183.99	1.10	1,200
BZ-308	184.52	183.42	1.10	1,200
BZ-309	183.77	182.66	1.10	1,200
BZ-310	184.90	183.80	1.10	1,200
BZ-311	183.88	182.77	1.10	1,200
BZ-312	182.07	180.97	1.10	1,200
BZ-313	180.72	179.60	1.11	1,200
BZ-314	180.73	179.23	1.49	1,200
BZ-315	181.67	180.57	1.10	1,200
BZ-316	180.52	179.42	1.10	1,200
BZ-317	179.52	178.24	1.27	1,200
BZ-318	179.48	178.02	1.46	1,200
BZ-319	179.42	177.80	1.62	1,200

BZ-320	178.50	177.27	1.23	1,200
BZ-321	178.36	177.03	1.33	1,200
BZ-322	178.26	176.79	1.47	1,200
BZ-323	178.59	176.54	2.05	1,200
BZ-324	178.80	176.37	2.43	1,200
BZ-325	178.33	176.27	2.07	1,200
BZ-326	178.72	176.03	2.69	1,200
BZ-327	178.66	175.84	2.81	1,200
BZ-328	178.23	175.60	2.62	1,200
BZ-329	177.66	175.40	2.26	1,200
BZ-330	179.43	178.32	1.10	1,200
BZ-331	181.58	180.47	1.10	1,200
BZ-332	181.19	179.58	1.61	1,200
BZ-333	180.38	179.23	1.15	1,200
BZ-334	180.96	179.86	1.10	1,200
BZ-335	179.56	178.41	1.15	1,200
BZ-336	182.00	180.90	1.10	1,200
BZ-337	182.00	180.81	1.19	1,200
BZ-338	182.00	180.73	1.27	1,200
BZ-339	180.89	179.57	1.31	1,200
BZ-340	180.00	178.85	1.15	1,200
BZ-341	179.65	178.50	1.15	1,200
BZ-342	179.14	177.99	1.15	1,200
BZ-343	179.99	178.89	1.10	1,200
BZ-344	179.83	178.73	1.10	1,200
BZ-345	179.90	178.43	1.47	1,200
BZ-346	179.87	178.26	1.61	1,200
BZ-347	179.66	178.20	1.46	1,200
BZ-348	180.59	179.49	1.10	1,200
BZ-349	189.97	188.86	1.10	1,200
BZ-350	180.95	179.84	1.10	1,200
BZ-351	189.46	188.35	1.10	1,200
BZ-352	191.03	189.93	1.10	1,200
BZ-353	190.20	189.10	1.10	1,200
BZ-354	187.42	186.32	1.10	1,200
BZ-355	188.84	187.74	1.10	1,200
BZ-356	188.45	187.34	1.10	1,200
BZ-357	186.88	185.78	1.10	1,200
BZ-358	187.27	186.17	1.10	1,200
BZ-359	189.87	188.77	1.10	1,200
BZ-360	191.00	189.90	1.10	1,200
BZ-361	193.33	192.23	1.10	1,200
BZ-362	182.36	181.26	1.10	1,200
BZ-363	186.57	185.42	1.15	1,200
BZ-364	197.88	196.77	1.10	1,200
BZ-365	185.80	184.69	1.10	1,200

BZ-366	198.24	197.13	1.10	1,200
BZ-367	185.15	184.05	1.10	1,200
BZ-368	192.72	191.62	1.10	1,200
BZ-369	193.39	192.29	1.10	1,200
BZ-370	195.17	194.07	1.10	1,200
BZ-371	183.19	182.08	1.10	1,200
BZ-372	187.57	186.47	1.10	1,200
BZ-373	192.24	191.14	1.10	1,200
BZ-374	184.09	182.98	1.10	1,200
BZ-375	185.02	183.91	1.10	1,200
BZ-376	184.93	183.83	1.10	1,200
BZ-377	184.60	183.50	1.10	1,200
BZ-378	186.14	185.04	1.10	1,200
BZ-379	186.27	185.17	1.10	1,200
BZ-380	186.01	184.91	1.10	1,200
BZ-381	185.00	183.90	1.10	1,200
BZ-382	183.02	181.91	1.10	1,200
BZ-383	182.22	181.12	1.10	1,200
BZ-384	181.34	180.24	1.10	1,200
BZ-385	192.58	191.47	1.10	1,200
BZ-386	192.19	191.08	1.10	1,200
BZ-387	188.23	187.13	1.10	1,200
BZ-388	187.21	186.10	1.10	1,200
BZ-389	187.54	186.43	1.10	1,200
BZ-390	186.93	185.82	1.10	1,200
BZ-391	186.43	185.33	1.10	1,200
BZ-392	186.49	185.38	1.10	1,200
BZ-393	183.48	182.37	1.10	1,200
BZ-394	188.18	187.08	1.10	1,200
BZ-395	184.35	183.25	1.10	1,200
BZ-396	187.94	186.83	1.10	1,200
BZ-397	192.58	191.47	1.10	1,200
BZ-398	185.29	184.19	1.10	1,200
BZ-399	187.02	185.91	1.10	1,200
BZ-400	189.28	188.17	1.10	1,200
BZ-401	185.68	184.58	1.10	1,200
BZ-402	187.00	185.90	1.10	1,200
BZ-403	183.87	182.72	1.15	1,200
BZ-404	189.96	188.86	1.10	1,200
BZ-405	192.86	191.76	1.10	1,200
BZ-406	192.37	191.26	1.10	1,200
BZ-407	192.38	191.10	1.29	1,200
BZ-408	191.95	190.80	1.15	1,200
BZ-409	190.60	189.45	1.15	1,200
BZ-410	191.31	190.16	1.15	1,200
BZ-411	189.86	188.71	1.15	1,200

BZ-412	191.24	190.08	1.15	1,200
BZ-413	192.62	190.61	2.01	1,200
BZ-414	190.33	189.18	1.15	1,200
BZ-415	190.61	189.46	1.15	1,200
BZ-416	191.39	190.23	1.15	1,200
BZ-417	189.93	188.78	1.15	1,200
BZ-418	190.54	189.43	1.10	1,200
BZ-419	191.23	190.12	1.10	1,200
BZ-420	189.84	188.73	1.10	1,200
BZ-421	189.41	188.30	1.10	1,200
BZ-422	190.47	189.37	1.10	1,200
BZ-423	191.40	190.30	1.10	1,200
BZ-424	188.00	186.90	1.10	1,200
BZ-425	188.74	187.63	1.10	1,200
BZ-426	190.56	189.45	1.10	1,200
BZ-427	191.55	190.44	1.10	1,200
BZ-428	189.62	188.51	1.10	1,200
BZ-429	190.53	189.43	1.10	1,200
BZ-430	191.99	190.72	1.27	1,200
BZ-431	197.12	196.01	1.10	1,200
BZ-432	190.17	189.06	1.10	1,200
BZ-433	192.86	191.75	1.10	1,200
BZ-434	188.69	187.54	1.15	1,200
BZ-435	188.01	186.86	1.15	1,200
BZ-436	191.22	190.12	1.10	1,200
BZ-437	187.25	186.14	1.10	1,200
BZ-438	188.58	187.47	1.10	1,200
BZ-439	182.67	180.12	2.55	1,200
BZ-440	182.55	179.85	2.70	1,200
BZ-441	183.00	180.40	2.60	1,200
BZ-442	184.96	183.86	1.10	1,200
BZ-443	185.99	184.89	1.10	1,200
BZ-444	185.66	184.55	1.10	1,200
BZ-445	185.77	183.57	2.20	1,200
BZ-446	184.98	183.75	1.23	1,200
BZ-447	185.74	184.48	1.26	1,200
BZ-448	184.10	182.87	1.23	1,200
BZ-449	184.00	182.82	1.18	1,200
BZ-450	183.57	182.38	1.18	1,200
BZ-451	195.38	194.27	1.10	1,200
BZ-452	186.94	185.05	1.89	1,200
BZ-453	187.42	186.27	1.15	1,200
BZ-454	188.02	186.87	1.15	1,200
BZ-455	186.77	185.62	1.15	1,200
BZ-456	191.00	189.63	1.37	1,200
BZ-457	191.58	190.09	1.49	1,200

BZ-458	191.95	190.32	1.63	1,200
BZ-459	191.32	189.86	1.46	1,200
BZ-460	189.13	187.98	1.15	1,200
BZ-461	190.19	189.04	1.15	1,200
BZ-462	188.88	187.72	1.15	1,200
BZ-463	187.44	185.95	1.50	1,200
BZ-464	187.58	186.20	1.38	1,200
BZ-465	195.20	194.09	1.10	1,200
BZ-466	184.44	183.33	1.10	1,200
BZ-467	184.71	183.61	1.10	1,200
BZ-468	187.12	186.02	1.10	1,200
BZ-469	186.12	185.01	1.10	1,200
BZ-470	185.92	184.19	1.73	1,200
BZ-471	185.96	184.43	1.53	1,200
BZ-472	183.82	182.72	1.10	1,200
BZ-473	182.78	181.67	1.10	1,200
BZ-474	183.03	181.92	1.10	1,200
BZ-475	183.56	182.45	1.10	1,200
BZ-476	183.91	182.81	1.10	1,200
BZ-477	183.88	182.77	1.10	1,200
BZ-478	184.60	183.50	1.10	1,200
BZ-479	184.00	182.90	1.10	1,200
BZ-480	185.84	184.73	1.10	1,200
BZ-481	186.46	185.36	1.10	1,200
BZ-482	187.68	185.69	2.00	1,200
BZ-483	185.83	184.68	1.15	1,200
BZ-484	188.99	187.89	1.10	1,200
BZ-485	188.50	187.40	1.10	1,200
BZ-486	189.59	188.49	1.10	1,200
BZ-487	191.36	189.68	1.68	1,200
BZ-488	191.90	190.42	1.47	1,200
BZ-489	193.00	190.77	2.23	1,200
BZ-490	189.65	188.54	1.10	1,200
BZ-491	190.84	189.73	1.10	1,200
BZ-492	188.95	187.85	1.10	1,200
BZ-493	189.88	188.78	1.10	1,200
BZ-494	190.21	188.25	1.96	1,200
BZ-495	188.25	187.10	1.15	1,200
BZ-496	189.24	188.04	1.20	1,200
BZ-497	191.66	190.51	1.15	1,200
BZ-498	192.00	190.90	1.10	1,200
BZ-499	186.18	184.99	1.19	1,200
BZ-500	186.38	185.20	1.18	1,200
BZ-501	183.77	182.42	1.35	1,200
BZ-502	183.46	182.20	1.26	1,200
BZ-503	183.92	182.02	1.90	1,200

BZ-504	184.08	181.80	2.28	1,200
BZ-505	184.77	183.59	1.18	1,200
BZ-506	186.28	185.09	1.18	1,200
BZ-507	186.73	185.54	1.18	1,200
BZ-508	185.49	184.30	1.18	1,200
BZ-509	183.64	182.46	1.18	1,200
BZ-510	182.80	181.62	1.18	1,200
BZ-511	184.00	182.82	1.18	1,200
BZ-512	184.56	183.41	1.15	1,200
BZ-513	185.00	183.82	1.18	1,200
BZ-514	186.14	184.69	1.45	1,200
BZ-515	186.78	184.90	1.88	1,200
BZ-516	185.61	184.43	1.18	1,200
BZ-517	184.66	183.51	1.15	1,200
BZ-518	185.32	184.17	1.15	1,200
BZ-519	183.83	182.68	1.15	1,200
BZ-520	189.48	188.33	1.15	1,200
BZ-521	191.59	190.33	1.26	1,200
BZ-522	189.18	187.86	1.32	1,200
BZ-523	181.00	179.62	1.38	1,200
BZ-524	180.82	179.37	1.44	1,200
BZ-525	181.02	179.86	1.15	1,200
BZ-526	180.84	178.75	2.08	1,200
BZ-527	180.78	178.94	1.84	1,200
BZ-528	181.44	179.72	1.72	1,200
BZ-529	181.52	180.08	1.44	1,200
BZ-530	185.71	184.60	1.10	1,200
BZ-531	185.26	184.16	1.10	1,200
BZ-532	188.28	186.66	1.62	1,200
BZ-533	188.26	186.88	1.38	1,200
BZ-534	187.97	186.87	1.10	1,200
BZ-535	188.98	187.88	1.10	1,200
BZ-536	185.57	184.47	1.10	1,200
BZ-537	184.94	183.84	1.10	1,200
BZ-538	185.02	183.92	1.10	1,200
BZ-539	186.14	185.03	1.10	1,200
BZ-540	185.56	184.46	1.10	1,200
BZ-541	184.65	183.55	1.10	1,200
BZ-542	181.00	179.85	1.15	1,200
BZ-543	189.30	188.15	1.15	1,200
BZ-544	193.00	191.20	1.80	1,200
BZ-545	186.19	184.87	1.32	1,200
BZ-546	187.16	186.01	1.15	1,200
BZ-547	186.79	185.28	1.51	1,200
BZ-548	184.89	183.34	1.54	1,200
BZ-549	185.26	184.16	1.10	1,200

BZ-550	182.64	181.39	1.25	1,200
BZ-551	181.56	180.32	1.24	1,200
BZ-552	181.83	180.68	1.15	1,200
BZ-553	182.73	181.47	1.26	1,200
BZ-554	183.00	181.85	1.15	1,200
BZ-555	183.61	182.43	1.18	1,200
BZ-556	190.50	189.18	1.32	1,200
BZ-557	187.04	185.93	1.10	1,200
BZ-558	186.57	185.46	1.10	1,200
BZ-559	189.28	188.12	1.15	1,200
BZ-560	184.97	183.87	1.10	1,200
BZ-561	186.19	185.09	1.10	1,200
BZ-562	185.43	184.33	1.10	1,200
BZ-563	185.74	184.63	1.10	1,200
BZ-564	184.40	183.29	1.10	1,200
BZ-565	185.96	184.81	1.15	1,200
BZ-566	193.72	192.61	1.10	1,200
BZ-567	191.06	189.96	1.10	1,200
BZ-568	189.46	188.36	1.10	1,200
BZ-569	187.65	186.55	1.10	1,200
BZ-570	185.99	184.89	1.10	1,200
BZ-571	186.38	185.28	1.10	1,200
BZ-572	185.83	184.73	1.10	1,200
BZ-573	183.85	181.13	2.72	1,200
BZ-574	182.91	178.82	4.08	1,200
BZ-575	188.30	186.49	1.81	1,200
BZ-576	184.17	183.02	1.15	1,200
BZ-577	186.19	184.56	1.63	1,200
BZ-578	182.03	180.88	1.15	1,200
BZ-579	184.10	182.95	1.15	1,200
BZ-580	182.53	181.38	1.15	1,200
BZ-581	185.00	183.90	1.10	1,200
BZ-582	181.85	180.69	1.16	1,200
BZ-583	183.27	182.10	1.17	1,200
BZ-584	184.08	182.98	1.10	1,200
BZ-585	183.86	182.67	1.18	1,200
BZ-586	189.82	188.67	1.15	1,200
BZ-587	185.57	184.42	1.15	1,200
BZ-588	187.72	185.25	2.47	1,200
BZ-589	187.22	186.12	1.10	1,200
BZ-590	187.00	185.85	1.15	1,200
BZ-591	185.93	184.78	1.15	1,200
BZ-592	187.96	186.66	1.30	1,200
BZ-593	180.07	178.97	1.10	1,200
BZ-594	181.10	179.99	1.10	1,200
BZ-595	180.04	178.93	1.10	1,200

BZ-596	179.89	178.74	1.15	1,200
BZ-597	179.00	177.77	1.23	1,200
BZ-598	180.62	179.41	1.21	1,200
BZ-599	184.29	183.19	1.10	1,200
BZ-600	184.00	182.90	1.10	1,200
BZ-601	185.10	183.04	2.06	1,200
BZ-602	185.28	184.17	1.10	1,200
BZ-603	182.78	181.68	1.10	1,200
BZ-604	183.82	181.29	2.52	1,200
BZ-605	183.65	181.64	2.01	1,200

Fuente: Software SewerGEMS (2022)

Tabla N°22: Tabla de resultados del diseño de las redes de alcantarillado

Elemento	Nudo inicial	Nudo final	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Diámetro (mm)	Caudal(L/s)	Velocidad (m/s)
P_01	BZ-66	BZ-105	50.65	0.005	630	412.56	2.17
P_02	BZ-75	BZ-68	29.31	0.005	630	435.22	2.19
P_03	BZ-105	BZ-67	10.84	0.005	630	412.86	2.17
P_04	BZ-88	BZ-97	8.17	0.005	160	11.54	0.63
P_05	BZ-106	BZ-25	72.60	0.007	110	1.59	0.60
P_06	BZ-110	BZ-111	56.10	0.032	110	9.20	1.68
P_07	BZ-111	BZ-112	8.30	0.036	110	12.90	1.89
P_08	BZ-113	BZ-114	48.47	0.053	110	1.89	1.32
P_09	BZ-114	BZ-115	53.78	0.006	110	2.05	0.60
P_10	BZ-116	BZ-117	27.52	0.084	110	2.48	1.70
P_11	BZ-117	BZ-118	54.94	0.007	160	7.20	0.91
P_12	BZ-118	BZ-119	53.77	0.061	250	43.56	3.16
P_13	BZ-119	BZ-108	49.22	0.005	500	198.34	1.82
P_14	BZ-126	BZ-127	53.68	0.007	160	6.82	0.87
P_15	BZ-129	BZ-134	53.06	0.005	400	115.78	1.58
P_16	BZ-108	O-5	38.46	0.038	500	212.16	3.94
P_17	BZ-136	BZ-137	52.19	0.006	250	27.28	1.20
P_18	BZ-137	BZ-138	55.16	0.021	250	27.72	1.89
P_19	BZ-140	BZ-141	56.99	0.005	110	3.00	0.64
P_20	BZ-141	BZ-142	56.09	0.005	250	37.92	1.19
P_21	BZ-143	BZ-133	53.56	0.005	315	51.28	1.30
P_22	BZ-149	BZ-150	57.39	0.009	250	29.62	1.44
P_23	BZ-152	BZ-153	57.31	0.014	160	14.06	1.37

P_24	BZ-153	BZ-154	54.73	0.013	160	16.62	1.42
P_25	BZ-155	BZ-134	56.76	0.049	200	23.22	2.51
P_26	BZ-147	BZ-145	53.77	0.013	160	8.62	1.17
P_27	BZ-145	BZ-156	56.43	0.009	200	18.72	1.25
P_28	BZ-146	BZ-144	54.81	0.013	110	7.02	1.10
P_29	BZ-109	BZ-157	52.23	0.008	110	5.04	0.88
P_30	BZ-156	BZ-159	58.53	0.014	200	23.38	1.56
P_31	BZ-136	BZ-123	56.25	0.005	250	23.62	1.07
P_32	BZ-121	BZ-126	55.93	0.005	160	2.46	0.60
P_33	BZ-138	BZ-149	58.61	0.005	250	29.12	1.13
P_34	BZ-127	BZ-131	56.22	0.005	160	8.74	0.84
P_35	BZ-160	BZ-161	39.43	0.068	110	3.18	1.70
P_36	BZ-164	BZ-162	49.49	0.021	160	16.48	1.69
P_37	BZ-165	BZ-167	56.03	0.024	160	2.94	1.09
P_38	BZ-166	BZ-154	54.68	0.010	110	2.74	0.81
P_39	BZ-168	BZ-148	54.77	0.011	110	1.79	0.75
P_40	BZ-148	BZ-150	54.59	0.005	250	31.14	1.14
P_41	BZ-169	BZ-151	54.56	0.007	110	1.60	0.60
P_42	BZ-139	BZ-138	50.58	0.006	110	1.88	0.60
P_43	BZ-135	BZ-122	58.15	0.005	160	4.90	0.72
P_44	BZ-171	BZ-111	48.03	0.079	110	3.46	1.83
P_45	BZ-172	BZ-142	57.57	0.035	110	5.70	1.56
P_46	BZ-173	BZ-174	44.93	0.027	110	4.98	1.37
P_47	BZ-179	BZ-180	49.43	0.014	160	8.92	1.22
P_48	BZ-180	BZ-181	45.32	0.005	160	11.40	0.89
P_49	BZ-181	BZ-182	38.44	0.009	160	15.48	1.21
P_50	BZ-184	BZ-185	59.52	0.006	315	76.90	1.50
P_51	BZ-185	O-6	35.93	0.007	315	85.49	1.66

P_52	BZ-187	BZ-188	24.11	0.015	110	2.02	0.86
P_53	BZ-188	BZ-189	47.67	0.007	110	2.39	0.70
P_54	BZ-189	BZ-190	57.56	0.026	110	2.30	1.10
P_55	BZ-190	BZ-191	59.36	0.005	110	3.24	0.65
P_56	BZ-191	BZ-192	56.71	0.005	110	3.76	0.67
P_57	BZ-194	BZ-195	34.68	0.005	160	7.00	0.79
P_58	BZ-195	BZ-196	33.39	0.009	160	7.44	1.01
P_59	BZ-198	BZ-184	58.53	0.007	250	45.82	1.41
P_60	BZ-200	BZ-201	48.84	0.010	160	7.44	1.05
P_61	BZ-201	BZ-202	27.50	0.012	160	12.18	1.26
P_62	BZ-202	BZ-203	53.42	0.015	160	13.84	1.43
P_63	BZ-203	BZ-204	56.29	0.014	160	15.60	1.40
P_64	BZ-204	BZ-205	55.60	0.010	160	17.62	1.29
P_65	BZ-205	BZ-206	59.59	0.010	200	24.94	1.39
P_66	BZ-206	BZ-207	54.54	0.011	200	26.74	1.48
P_67	BZ-208	BZ-209	76.75	0.005	250	30.84	1.17
P_68	BZ-209	BZ-198	55.80	0.020	250	36.04	1.99
P_69	BZ-210	BZ-211	25.32	0.015	110	2.00	0.85
P_70	BZ-220	BZ-221	42.50	0.005	110	2.13	0.60
P_71	BZ-221	BZ-222	54.26	0.005	160	9.16	0.85
P_72	BZ-222	BZ-223	57.31	0.009	160	12.70	1.13
P_73	BZ-223	BZ-224	55.89	0.018	160	18.06	1.60
P_74	BZ-225	BZ-226	52.21	0.013	200	21.24	1.50
P_75	BZ-226	BZ-227	38.74	0.016	200	21.86	1.64
P_76	BZ-227	BZ-228	54.93	0.014	200	29.10	1.65
P_77	BZ-228	BZ-229	51.64	0.019	200	32.56	1.92
P_78	BZ-230	BZ-231	52.84	0.007	110	1.75	0.61
P_79	BZ-231	BZ-232	52.89	0.011	110	1.86	0.75

P_80	BZ-233	BZ-234	33.72	0.010	110	2.36	0.77
P_81	BZ-235	BZ-236	53.38	0.015	110	2.42	0.91
P_82	BZ-236	BZ-237	53.30	0.018	110	2.66	0.99
P_83	BZ-240	BZ-241	36.86	0.011	110	5.12	0.98
P_84	BZ-241	BZ-242	36.72	0.012	110	5.76	1.04
P_85	BZ-242	BZ-243	40.06	0.007	160	6.50	0.87
P_86	BZ-243	BZ-221	43.08	0.017	160	7.16	1.25
P_87	BZ-244	BZ-245	54.50	0.005	160	4.88	0.72
P_88	BZ-245	BZ-246	25.12	0.005	160	5.46	0.74
P_89	BZ-246	BZ-247	46.45	0.005	160	5.92	0.76
P_90	BZ-248	BZ-249	59.66	0.005	160	11.98	0.89
P_91	BZ-249	BZ-250	59.06	0.005	160	12.36	0.90
P_92	BZ-250	BZ-251	56.01	0.007	200	15.56	1.08
P_93	BZ-251	BZ-252	54.37	0.012	200	17.64	1.38
P_94	BZ-252	BZ-253	49.67	0.013	200	19.30	1.44
P_95	BZ-253	BZ-254	55.73	0.013	200	21.10	1.50
P_96	BZ-254	BZ-67	41.40	0.018	200	21.84	1.72
P_97	BZ-255	BZ-70	54.19	0.015	315	56.92	2.01
P_98	BZ-257	BZ-258	55.08	0.022	110	4.60	1.25
P_99	BZ-258	BZ-255	52.54	0.022	160	7.00	1.35
P_100	BZ-260	BZ-261	56.30	0.013	110	3.50	0.95
P_101	BZ-261	BZ-262	52.11	0.013	110	4.30	1.01
P_102	BZ-262	BZ-70	52.05	0.044	110	4.60	1.60
P_103	BZ-264	BZ-248	50.26	0.017	110	4.30	1.12
P_104	BZ-219	BZ-265	54.22	0.007	110	3.92	0.76
P_105	BZ-266	BZ-267	56.93	0.008	110	2.13	0.70
P_106	BZ-267	BZ-259	28.34	0.008	110	2.70	0.75
P_107	BZ-268	BZ-252	46.92	0.006	110	2.02	0.60

P_108	BZ-270	BZ-224	50.05	0.005	110	2.26	0.60
P_109	BZ-272	BZ-273	53.77	0.017	110	2.47	0.95
P_110	BZ-273	BZ-227	57.13	0.005	160	6.66	0.78
P_111	BZ-276	BZ-277	53.64	0.005	160	5.70	0.75
P_112	BZ-278	BZ-279	46.76	0.005	110	2.29	0.60
P_113	BZ-279	BZ-257	47.97	0.005	110	2.66	0.62
P_114	BZ-281	BZ-274	58.86	0.014	110	2.70	0.90
P_115	BZ-285	BZ-286	35.21	0.006	110	1.87	0.60
P_116	BZ-286	BZ-202	43.64	0.012	110	2.12	0.80
P_117	BZ-288	BZ-201	12.25	0.020	110	4.44	1.20
P_118	BZ-186	BZ-199	50.50	0.010	110	4.46	0.90
P_119	BZ-289	BZ-203	49.29	0.010	110	2.05	0.76
P_120	BZ-290	BZ-291	47.38	0.006	110	1.81	0.60
P_121	BZ-291	BZ-204	52.67	0.005	110	2.14	0.60
P_122	BZ-295	BZ-296	52.79	0.008	110	2.37	0.73
P_123	BZ-296	BZ-297	54.79	0.005	110	2.62	0.62
P_124	BZ-297	BZ-298	57.79	0.017	110	3.46	1.06
P_125	BZ-298	BZ-209	51.70	0.021	110	4.36	1.19
P_126	BZ-299	BZ-297	11.08	0.013	110	1.70	0.79
P_127	BZ-300	BZ-301	37.32	0.006	110	1.77	0.61
P_128	BZ-301	BZ-263	47.91	0.006	110	2.19	0.63
P_129	BZ-305	BZ-244	58.97	0.031	160	4.18	1.33
P_130	BZ-306	BZ-244	47.49	0.006	110	1.65	0.60
P_131	BZ-302	BZ-307	47.29	0.013	110	1.84	0.81
P_132	BZ-307	BZ-308	42.78	0.013	110	2.10	0.84
P_133	BZ-309	BZ-250	59.52	0.006	110	2.48	0.67
P_134	BZ-311	BZ-251	58.66	0.015	110	2.14	0.87
P_135	BZ-312	BZ-253	51.48	0.007	110	2.09	0.65

P_136	BZ-314	BZ-74	53.37	0.011	160	2.46	0.80
P_137	BZ-317	BZ-318	44.32	0.005	160	12.60	0.90
P_138	BZ-318	BZ-319	43.84	0.005	200	20.22	1.02
P_139	BZ-319	BZ-320	45.23	0.012	200	20.96	1.44
P_140	BZ-320	BZ-321	48.22	0.005	250	25.26	1.09
P_141	BZ-321	BZ-322	48.56	0.005	250	28.40	1.12
P_142	BZ-322	BZ-323	48.88	0.005	250	30.50	1.14
P_143	BZ-323	BZ-324	34.03	0.005	250	35.98	1.18
P_144	BZ-324	BZ-325	20.95	0.005	315	43.28	1.25
P_145	BZ-325	BZ-326	47.01	0.005	315	45.96	1.27
P_146	BZ-326	BZ-327	37.39	0.005	315	46.86	1.27
P_147	BZ-327	BZ-328	48.37	0.005	315	47.58	1.28
P_148	BZ-328	BZ-329	40.70	0.005	315	48.90	1.29
P_149	BZ-330	BZ-321	41.70	0.031	110	2.25	1.16
P_150	BZ-331	BZ-332	23.54	0.038	110	2.27	1.24
P_151	BZ-332	BZ-333	57.59	0.006	160	5.80	0.81
P_152	BZ-334	BZ-332	54.79	0.005	110	3.78	0.67
P_153	BZ-335	BZ-317	32.52	0.005	160	6.10	0.77
P_154	BZ-336	BZ-337	16.54	0.005	110	3.44	0.66
P_155	BZ-337	BZ-338	16.34	0.005	110	3.90	0.68
P_156	BZ-339	BZ-340	22.01	0.033	160	5.54	1.47
P_157	BZ-340	BZ-341	27.05	0.013	160	5.92	1.07
P_158	BZ-341	BZ-342	35.81	0.014	160	6.54	1.14
P_159	BZ-343	BZ-344	12.45	0.013	110	1.65	0.78
P_160	BZ-344	BZ-345	59.22	0.005	110	2.40	0.61
P_161	BZ-345	BZ-346	34.79	0.005	110	3.02	0.64
P_162	BZ-346	BZ-347	11.62	0.005	110	3.88	0.68
P_163	BZ-347	BZ-323	46.30	0.036	110	4.88	1.51

P_164	BZ-329	O-7	52.80	0.005	315	54.44	1.32
P_165	BZ-350	BZ-313	48.30	0.005	110	2.45	0.61
P_166	BZ-351	BZ-287	44.86	0.016	110	1.50	0.81
P_167	BZ-352	BZ-188	52.86	0.040	110	1.60	1.15
P_168	BZ-353	BZ-190	56.78	0.056	110	2.14	1.40
P_169	BZ-355	BZ-200	48.12	0.015	110	1.72	0.83
P_170	BZ-357	BZ-290	20.51	0.030	110	3.28	1.27
P_171	BZ-358	BZ-292	40.81	0.021	110	2.62	1.05
P_172	BZ-360	BZ-186	50.38	0.020	110	7.90	1.36
P_173	BZ-361	BZ-113	55.73	0.015	110	4.60	1.06
P_174	BZ-362	BZ-312	51.65	0.006	110	3.44	0.69
P_175	BZ-365	BZ-80	56.83	0.033	110	4.68	1.45
P_176	BZ-367	BZ-79	39.73	0.019	110	3.78	1.12
P_177	BZ-368	BZ-128	47.80	0.008	110	2.97	0.77
P_178	BZ-369	BZ-158	55.02	0.025	110	1.85	1.01
P_179	BZ-371	BZ-268	55.15	0.010	110	3.15	0.85
P_180	BZ-372	BZ-159	54.41	0.008	110	2.29	0.71
P_181	BZ-373	BZ-135	58.30	0.005	110	2.37	0.60
P_182	BZ-375	BZ-269	51.29	0.006	110	1.78	0.60
P_183	BZ-378	BZ-220	39.64	0.005	110	3.07	0.64
P_184	BZ-379	BZ-245	43.66	0.037	110	3.27	1.37
P_185	BZ-380	BZ-302	57.24	0.005	110	2.54	0.61
P_186	BZ-382	BZ-274	48.99	0.006	110	1.71	0.60
P_187	BZ-383	BZ-282	48.17	0.005	110	3.44	0.67
P_188	BZ-385	BZ-130	50.22	0.018	110	3.24	1.06
P_189	BZ-388	BZ-168	52.90	0.014	110	2.17	0.85
P_190	BZ-393	BZ-155	51.91	0.005	110	3.98	0.68
P_191	BZ-394	BZ-116	54.33	0.030	110	4.33	1.37

P_192	BZ-395	BZ-271	49.60	0.005	110	4.47	0.70
P_193	BZ-399	BZ-132	51.61	0.016	110	3.20	1.00
P_194	BZ-400	BZ-121	53.66	0.035	110	2.96	1.30
P_195	BZ-125	BZ-405	19.89	0.005	110	2.92	0.66
P_196	BZ-405	BZ-406	28.67	0.017	110	4.66	1.14
P_197	BZ-406	BZ-407	33.78	0.005	110	3.11	0.65
P_198	BZ-407	BZ-408	45.34	0.007	160	6.36	0.85
P_199	BZ-408	BZ-410	36.06	0.018	160	4.50	1.11
P_200	BZ-410	BZ-409	42.95	0.017	160	5.89	1.17
P_201	BZ-409	BZ-411	49.40	0.015	160	5.29	1.09
P_202	BZ-412	BZ-414	55.58	0.016	160	6.91	1.22
P_203	BZ-122	BZ-416	58.00	0.006	160	7.50	0.84
P_204	BZ-416	BZ-415	57.06	0.014	160	6.95	1.14
P_205	BZ-415	BZ-417	57.06	0.012	160	8.34	1.14
P_206	BZ-417	BZ-123	51.15	0.023	160	5.82	1.32
P_207	BZ-386	BZ-419	50.48	0.019	110	4.07	1.14
P_208	BZ-419	BZ-418	49.94	0.014	110	5.55	1.09
P_209	BZ-418	BZ-420	55.31	0.013	110	5.10	1.04
P_210	BZ-420	BZ-136	44.90	0.032	110	4.97	1.45
P_211	BZ-422	BZ-421	52.66	0.020	110	3.71	1.14
P_212	BZ-170	BZ-423	42.05	0.019	110	1.74	0.91
P_213	BZ-423	BZ-422	49.62	0.019	110	3.50	1.09
P_214	BZ-424	BZ-139	41.93	0.018	110	2.25	0.94
P_215	BZ-421	BZ-425	42.27	0.016	110	2.34	0.92
P_216	BZ-425	BZ-424	51.43	0.014	110	4.19	1.03
P_217	BZ-144	BZ-427	45.01	0.027	110	8.84	1.57
P_218	BZ-426	BZ-428	51.18	0.018	110	7.38	1.30
P_219	BZ-428	BZ-145	53.79	0.022	110	6.57	1.36

P_220	BZ-158	BZ-430	39.33	0.005	110	4.56	0.70
P_221	BZ-430	BZ-429	37.02	0.035	110	5.86	1.57
P_222	BZ-157	BZ-431	57.02	0.016	110	7.84	1.23
P_223	BZ-431	BZ-110	56.41	0.031	110	7.39	1.59
P_224	BZ-432	BZ-147	45.74	0.023	110	3.81	1.21
P_225	BZ-370	BZ-433	43.67	0.053	110	5.45	1.80
P_226	BZ-433	BZ-432	49.84	0.054	110	2.57	1.46
P_227	BZ-434	BZ-435	43.45	0.016	160	10.40	1.34
P_228	BZ-435	BZ-152	53.43	0.008	160	10.73	1.03
P_229	BZ-112	BZ-436	39.67	0.052	110	13.36	2.22
P_230	BZ-437	BZ-153	53.48	0.009	110	4.94	0.89
P_231	BZ-359	BZ-438	47.06	0.028	110	4.36	1.33
P_232	BZ-439	BZ-440	53.32	0.005	355	43.45	1.25
P_233	BZ-440	BZ-129	56.00	0.005	355	45.84	1.26
P_234	BZ-133	BZ-441	52.72	0.005	355	83.12	1.46
P_235	BZ-441	BZ-439	55.43	0.005	355	45.92	1.27
P_236	BZ-391	BZ-443	59.20	0.008	110	3.04	0.75
P_237	BZ-443	BZ-444	31.73	0.011	110	2.96	0.84
P_238	BZ-444	BZ-442	29.63	0.023	110	5.04	1.30
P_239	BZ-442	BZ-445	57.68	0.005	110	4.38	0.69
P_240	BZ-445	BZ-140	55.61	0.030	110	4.32	1.37
P_241	BZ-148	BZ-447	56.31	0.005	250	33.02	1.16
P_242	BZ-447	BZ-446	56.43	0.013	250	20.48	1.47
P_243	BZ-446	BZ-448	56.31	0.016	250	20.23	1.57
P_244	BZ-448	BZ-141	55.93	0.023	250	19.32	1.76
P_245	BZ-449	BZ-450	40.47	0.011	200	11.20	1.18
P_246	BZ-450	BZ-133	40.57	0.043	200	13.28	2.03
P_247	BZ-366	BZ-451	54.99	0.052	110	6.43	1.86

P_248	BZ-451	BZ-146	54.02	0.036	110	4.76	1.50
P_249	BZ-192	BZ-452	59.74	0.005	110	4.50	0.70
P_250	BZ-452	BZ-193	59.60	0.005	110	4.36	0.69
P_251	BZ-178	BZ-454	58.94	0.017	160	6.96	1.23
P_252	BZ-454	BZ-453	58.75	0.010	160	5.27	0.95
P_253	BZ-453	BZ-455	58.82	0.011	160	8.08	1.10
P_254	BZ-455	BZ-179	58.53	0.013	160	7.10	1.14
P_255	BZ-130	BZ-458	46.14	0.005	110	4.50	0.70
P_256	BZ-458	BZ-457	46.18	0.005	110	4.24	0.69
P_257	BZ-457	BZ-459	46.59	0.005	160	5.28	0.74
P_258	BZ-459	BZ-456	45.83	0.005	160	5.23	0.73
P_259	BZ-456	BZ-461	59.85	0.010	160	6.21	0.99
P_260	BZ-461	BZ-460	59.02	0.018	160	5.82	1.20
P_261	BZ-460	BZ-462	33.02	0.008	160	6.55	0.91
P_262	BZ-462	BZ-131	33.08	0.070	160	6.14	1.98
P_263	BZ-463	BZ-127	53.16	0.005	110	3.07	0.64
P_264	BZ-389	BZ-464	46.58	0.005	110	3.61	0.67
P_265	BZ-464	BZ-463	50.76	0.005	110	2.97	0.64
P_266	BZ-364	BZ-465	59.80	0.045	110	5.41	1.69
P_267	BZ-466	BZ-266	52.34	0.010	110	2.83	0.82
P_268	BZ-381	BZ-467	44.73	0.007	110	2.59	0.68
P_269	BZ-467	BZ-466	46.72	0.006	110	2.71	0.66
P_270	BZ-238	BZ-468	44.08	0.011	110	2.22	0.79
P_271	BZ-468	BZ-239	43.96	0.014	110	5.63	1.09
P_272	BZ-239	BZ-469	38.09	0.011	110	3.16	0.86
P_273	BZ-469	BZ-222	37.60	0.018	110	5.05	1.17
P_274	BZ-470	BZ-223	43.83	0.008	160	5.45	0.88
P_275	BZ-265	BZ-471	47.70	0.005	160	4.84	0.72

P_276	BZ-471	BZ-470	47.58	0.005	160	7.19	0.80
P_277	BZ-271	BZ-472	46.61	0.006	110	2.05	0.62
P_278	BZ-472	BZ-267	46.81	0.008	110	3.75	0.81
P_279	BZ-256	BZ-473	59.43	0.012	110	2.05	0.79
P_280	BZ-473	BZ-257	59.16	0.016	110	5.28	1.14
P_281	BZ-474	BZ-278	56.82	0.013	110	3.09	0.91
P_282	BZ-374	BZ-475	45.39	0.012	110	4.74	0.99
P_283	BZ-475	BZ-474	46.05	0.012	110	4.11	0.95
P_284	BZ-377	BZ-476	58.24	0.012	110	2.18	0.81
P_285	BZ-476	BZ-272	58.09	0.013	110	3.07	0.92
P_286	BZ-280	BZ-477	36.24	0.011	110	2.35	0.80
P_287	BZ-477	BZ-281	35.62	0.010	110	2.83	0.83
P_288	BZ-376	BZ-478	30.29	0.011	110	1.86	0.76
P_289	BZ-478	BZ-280	30.05	0.011	110	4.32	0.94
P_290	BZ-214	BZ-479	37.36	0.013	110	3.88	0.97
P_291	BZ-479	BZ-215	36.85	0.008	110	5.19	0.86
P_292	BZ-212	BZ-480	34.46	0.008	110	2.88	0.77
P_293	BZ-480	BZ-213	34.45	0.013	110	5.27	1.06
P_294	BZ-211	BZ-481	33.78	0.010	110	2.45	0.78
P_295	BZ-481	BZ-212	33.79	0.010	110	4.38	0.91
P_296	BZ-275	BZ-482	31.80	0.005	160	4.98	0.73
P_297	BZ-482	BZ-276	31.63	0.005	160	5.07	0.73
P_298	BZ-277	BZ-483	37.97	0.015	160	6.48	1.17
P_299	BZ-483	BZ-205	37.62	0.017	160	6.01	1.20
P_300	BZ-199	BZ-484	44.84	0.012	110	6.54	1.05
P_301	BZ-484	BZ-200	43.93	0.020	110	7.60	1.35
P_302	BZ-287	BZ-485	38.67	0.007	110	4.08	0.76
P_303	BZ-485	BZ-288	38.42	0.017	110	4.34	1.10

P_304	BZ-349	BZ-486	24.43	0.015	110	1.74	0.83
P_305	BZ-486	BZ-187	40.87	0.009	110	2.09	0.71
P_306	BZ-175	BZ-487	43.99	0.005	110	2.05	0.60
P_307	BZ-487	BZ-176	44.49	0.005	160	4.99	0.73
P_308	BZ-413	BZ-488	37.56	0.005	160	6.87	0.79
P_309	BZ-488	BZ-412	37.89	0.009	160	9.55	1.07
P_310	BZ-120	BZ-489	32.45	0.005	160	10.04	0.86
P_311	BZ-489	BZ-413	32.49	0.005	160	8.65	0.83
P_312	BZ-128	BZ-491	54.37	0.027	110	3.34	1.24
P_313	BZ-491	BZ-490	54.20	0.022	110	6.40	1.35
P_314	BZ-490	BZ-492	53.98	0.013	110	5.92	1.08
P_315	BZ-492	BZ-156	54.31	0.019	110	5.88	1.24
P_316	BZ-429	BZ-493	33.12	0.020	110	3.87	1.14
P_317	BZ-493	BZ-147	32.93	0.024	110	5.77	1.36
P_318	BZ-115	BZ-494	59.82	0.005	110	2.12	0.60
P_319	BZ-495	BZ-117	47.14	0.085	160	4.73	1.97
P_320	BZ-494	BZ-496	41.72	0.005	160	5.62	0.75
P_321	BZ-496	BZ-495	42.62	0.022	160	3.10	1.08
P_322	BZ-161	BZ-498	44.35	0.021	110	3.70	1.16
P_323	BZ-498	BZ-497	43.81	0.009	110	4.05	0.85
P_324	BZ-363	BZ-500	43.02	0.005	160	5.41	0.74
P_325	BZ-500	BZ-499	42.73	0.005	160	3.42	0.65
P_326	BZ-501	BZ-403	58.80	0.005	160	4.83	0.72
P_327	BZ-117	BZ-502	43.46	0.005	160	5.29	0.74
P_328	BZ-502	BZ-501	44.80	0.005	160	5.42	0.74
P_329	BZ-503	BZ-167	57.86	0.005	160	4.54	0.71
P_330	BZ-118	BZ-504	41.20	0.005	160	4.91	0.72
P_331	BZ-504	BZ-503	43.20	0.005	160	6.92	0.79

P_332	BZ-159	BZ-507	38.81	0.013	200	24.22	1.53
P_333	BZ-507	BZ-506	41.41	0.011	200	16.31	1.31
P_334	BZ-506	BZ-508	49.37	0.016	200	14.61	1.47
P_335	BZ-508	BZ-505	46.24	0.015	200	14.80	1.45
P_336	BZ-509	BZ-510	44.78	0.019	200	17.12	1.62
P_337	BZ-510	BZ-129	44.85	0.046	200	15.17	2.16
P_338	BZ-505	BZ-511	42.87	0.018	200	13.80	1.51
P_339	BZ-511	BZ-509	42.52	0.008	200	14.20	1.15
P_340	BZ-398	BZ-512	46.15	0.017	110	7.25	1.25
P_341	BZ-512	BZ-143	48.92	0.051	160	7.18	1.85
P_342	BZ-513	BZ-449	57.75	0.017	200	12.33	1.44
P_343	BZ-132	BZ-515	40.13	0.005	200	16.68	0.98
P_344	BZ-515	BZ-514	40.76	0.005	200	11.40	0.90
P_345	BZ-514	BZ-516	41.88	0.006	200	10.03	0.94
P_346	BZ-516	BZ-513	40.05	0.015	200	12.16	1.37
P_347	BZ-154	BZ-518	48.80	0.016	160	21.72	1.59
P_348	BZ-518	BZ-517	49.06	0.013	160	14.39	1.37
P_349	BZ-517	BZ-519	49.42	0.017	160	12.59	1.45
P_350	BZ-519	BZ-155	48.38	0.012	160	13.49	1.29
P_351	BZ-174	BZ-520	57.44	0.022	160	10.86	1.54
P_352	BZ-520	BZ-163	57.29	0.022	160	8.70	1.45
P_353	BZ-497	BZ-521	35.74	0.005	160	6.84	0.79
P_354	BZ-521	BZ-174	35.53	0.021	160	5.01	1.22
P_355	BZ-123	BZ-522	52.87	0.005	200	8.45	0.83
P_356	BZ-522	BZ-124	53.35	0.005	200	13.32	0.93
P_357	BZ-523	BZ-524	48.61	0.005	160	6.26	0.77
P_358	BZ-524	BZ-229	48.90	0.005	160	6.47	0.78
P_359	BZ-237	BZ-525	48.17	0.006	160	7.46	0.88

P_360	BZ-525	BZ-523	49.44	0.005	160	5.80	0.76
P_361	BZ-526	BZ-255	73.27	0.005	315	28.71	1.12
P_362	BZ-229	BZ-527	38.02	0.005	315	48.40	1.28
P_363	BZ-527	BZ-526	37.13	0.005	315	26.90	1.10
P_364	BZ-284	BZ-528	41.02	0.005	110	2.32	0.60
P_365	BZ-528	BZ-258	40.78	0.005	110	2.43	0.61
P_366	BZ-284	BZ-529	31.12	0.005	110	4.75	0.70
P_367	BZ-529	BZ-384	31.11	0.005	110	4.73	0.70
P_368	BZ-263	BZ-530	57.04	0.010	110	2.45	0.80
P_369	BZ-530	BZ-531	36.80	0.012	110	3.05	0.89
P_370	BZ-531	BZ-264	34.60	0.012	110	5.61	1.03
P_371	BZ-387	BZ-533	44.77	0.006	110	2.04	0.60
P_372	BZ-533	BZ-532	44.99	0.005	110	3.98	0.68
P_373	BZ-534	BZ-166	49.37	0.028	110	3.15	1.23
P_374	BZ-404	BZ-535	35.62	0.028	110	4.48	1.34
P_375	BZ-535	BZ-534	36.77	0.028	110	2.88	1.19
P_376	BZ-536	BZ-537	48.81	0.013	110	5.27	1.05
P_377	BZ-537	BZ-172	36.73	0.014	110	4.36	1.03
P_378	BZ-390	BZ-539	48.38	0.016	110	5.00	1.13
P_379	BZ-539	BZ-540	39.21	0.015	110	4.39	1.06
P_380	BZ-540	BZ-538	37.84	0.014	110	5.47	1.10
P_381	BZ-538	BZ-541	44.57	0.008	110	2.31	0.72
P_382	BZ-541	BZ-172	43.41	0.005	110	4.60	0.70
P_383	BZ-338	BZ-542	54.52	0.016	110	4.86	1.12
P_384	BZ-542	BZ-339	54.57	0.005	160	6.73	0.78
P_385	BZ-177	BZ-543	52.31	0.014	160	5.34	1.08
P_386	BZ-543	BZ-178	52.05	0.006	160	4.83	0.76
P_387	BZ-397	BZ-544	54.07	0.005	110	4.30	0.69

P_388	BZ-544	BZ-120	53.41	0.005	110	3.97	0.68
P_389	BZ-162	BZ-545	55.49	0.005	250	30.52	1.14
P_390	BZ-545	BZ-118	55.07	0.059	250	17.83	2.44
P_391	BZ-163	BZ-546	31.82	0.033	160	12.10	1.84
P_392	BZ-546	BZ-162	31.83	0.027	160	9.41	1.60
P_393	BZ-150	BZ-547	49.08	0.005	110	2.74	0.63
P_394	BZ-547	BZ-169	49.85	0.006	110	2.01	0.60
P_395	BZ-269	BZ-548	45.28	0.006	110	1.90	0.60
P_396	BZ-548	BZ-270	45.29	0.005	110	3.82	0.68
P_397	BZ-401	BZ-549	49.54	0.009	110	2.12	0.71
P_398	BZ-549	BZ-264	49.56	0.008	110	2.31	0.72
P_399	BZ-274	BZ-550	43.75	0.005	110	3.82	0.68
P_400	BZ-550	BZ-273	43.33	0.005	160	5.20	0.73
P_401	BZ-283	BZ-551	40.02	0.005	160	2.98	0.63
P_402	BZ-551	BZ-228	40.23	0.005	160	3.93	0.68
P_403	BZ-282	BZ-552	32.04	0.006	110	2.15	0.63
P_404	BZ-552	BZ-283	31.96	0.005	160	5.06	0.73
P_405	BZ-216	BZ-553	37.21	0.005	160	4.96	0.72
P_406	BZ-553	BZ-217	36.62	0.016	160	5.37	1.13
P_407	BZ-215	BZ-554	38.81	0.020	110	4.42	1.18
P_408	BZ-554	BZ-216	38.62	0.005	160	7.05	0.79
P_409	BZ-207	BZ-555	40.29	0.010	200	29.45	1.44
P_410	BZ-555	BZ-208	40.15	0.005	200	18.55	1.00
P_411	BZ-176	BZ-556	55.64	0.005	160	3.08	0.63
P_412	BZ-556	BZ-177	55.31	0.005	160	4.56	0.71
P_413	BZ-218	BZ-557	57.74	0.016	110	3.24	1.01
P_414	BZ-557	BZ-558	44.26	0.011	110	5.54	0.98
P_415	BZ-558	BZ-219	42.17	0.010	110	4.13	0.90

P_416	BZ-411	BZ-559	32.01	0.018	160	3.61	1.05
P_417	BZ-559	BZ-126	31.64	0.066	160	4.32	1.76
P_418	BZ-560	BZ-206	37.34	0.012	110	3.46	0.91
P_419	BZ-354	BZ-561	59.63	0.021	110	1.59	0.90
P_420	BZ-561	BZ-562	38.44	0.020	110	2.34	1.00
P_421	BZ-562	BZ-560	38.65	0.012	110	2.15	0.81
P_422	BZ-292	BZ-563	34.09	0.020	110	1.90	0.94
P_423	BZ-563	BZ-293	33.88	0.020	110	2.14	0.98
P_424	BZ-293	BZ-564	32.48	0.020	110	2.39	1.01
P_425	BZ-564	BZ-207	32.12	0.015	110	4.70	1.07
P_426	BZ-294	BZ-565	30.65	0.006	110	1.78	0.60
P_427	BZ-565	BZ-295	30.66	0.007	110	3.80	0.75
P_428	BZ-465	BZ-566	30.00	0.049	110	2.79	1.45
P_429	BZ-566	BZ-158	30.02	0.056	110	5.29	1.82
P_430	BZ-427	BZ-567	31.71	0.015	110	8.21	1.22
P_431	BZ-567	BZ-426	31.54	0.016	110	6.96	1.22
P_432	BZ-436	BZ-568	31.58	0.056	110	10.26	2.15
P_433	BZ-568	BZ-434	31.70	0.026	110	10.03	1.58
P_434	BZ-438	BZ-569	31.83	0.029	110	2.62	1.18
P_435	BZ-569	BZ-437	31.99	0.013	110	5.34	1.05
P_436	BZ-392	BZ-570	33.44	0.015	110	3.59	1.01
P_437	BZ-570	BZ-536	32.90	0.013	110	5.09	1.04
P_438	BZ-402	BZ-571	50.26	0.012	110	1.90	0.79
P_439	BZ-571	BZ-572	37.92	0.015	110	4.09	1.03
P_440	BZ-572	BZ-398	37.81	0.014	110	4.19	1.04
P_441	BZ-142	BZ-573	40.43	0.005	315	45.26	1.26
P_442	BZ-573	BZ-143	39.98	0.005	315	27.32	1.11
P_443	BZ-134	BZ-574	96.92	0.005	450	146.96	1.69

P_444	BZ-574	BZ-119	96.24	0.005	450	77.37	1.44
P_445	BZ-532	BZ-575	33.40	0.005	110	3.35	0.66
P_446	BZ-575	BZ-121	34.21	0.005	160	5.00	0.73
P_447	BZ-196	BZ-576	34.54	0.025	160	8.08	1.49
P_448	BZ-576	BZ-197	34.40	0.026	160	7.54	1.47
P_449	BZ-193	BZ-577	38.08	0.005	160	6.26	0.77
P_450	BZ-577	BZ-194	37.57	0.005	160	6.51	0.78
P_451	BZ-183	BZ-578	37.90	0.029	160	27.02	2.13
P_452	BZ-578	BZ-184	37.61	0.015	160	18.14	1.50
P_453	BZ-182	BZ-579	36.29	0.018	160	22.52	1.69
P_454	BZ-579	BZ-183	36.00	0.027	160	15.42	1.82
P_455	BZ-197	BZ-580	36.47	0.021	160	8.94	1.43
P_456	BZ-580	BZ-198	36.24	0.018	160	9.21	1.36
P_457	BZ-213	BZ-581	35.95	0.011	110	3.42	0.87
P_458	BZ-581	BZ-214	35.82	0.015	110	5.44	1.11
P_459	BZ-217	BZ-582	38.06	0.005	160	5.40	0.74
P_460	BZ-582	BZ-185	37.24	0.019	160	4.44	1.14
P_461	BZ-234	BZ-583	30.44	0.005	110	2.16	0.60
P_462	BZ-583	BZ-235	29.94	0.006	110	5.02	0.78
P_463	BZ-232	BZ-584	30.45	0.012	110	2.14	0.81
P_464	BZ-584	BZ-233	30.02	0.013	110	2.54	0.88
P_465	BZ-224	BZ-585	34.80	0.006	200	19.96	1.06
P_466	BZ-585	BZ-225	34.65	0.014	200	11.86	1.30
P_467	BZ-414	BZ-586	32.44	0.016	160	6.70	1.19
P_468	BZ-586	BZ-124	32.08	0.017	160	8.37	1.30
P_469	BZ-499	BZ-587	30.98	0.018	160	3.86	1.08
P_470	BZ-587	BZ-165	31.69	0.025	160	3.95	1.20
P_471	BZ-131	BZ-588	30.27	0.005	200	14.56	0.95

P_472	BZ-588	BZ-132	29.96	0.005	200	11.77	0.90
P_473	BZ-356	BZ-589	35.54	0.034	110	1.55	1.08
P_474	BZ-589	BZ-289	35.71	0.007	110	4.66	0.80
P_475	BZ-304	BZ-590	37.18	0.023	110	2.32	1.05
P_476	BZ-590	BZ-305	37.55	0.005	160	5.43	0.74
P_477	BZ-77	BZ-591	39.60	0.011	110	4.04	0.94
P_478	BZ-591	BZ-82	39.27	0.036	160	6.68	1.60
P_479	BZ-396	BZ-592	34.73	0.005	110	3.32	0.66
P_480	BZ-592	BZ-240	34.52	0.005	110	4.15	0.69
P_481	BZ-348	BZ-593	32.01	0.016	110	2.43	0.94
P_482	BZ-593	BZ-344	32.14	0.008	110	2.97	0.74
P_483	BZ-315	BZ-594	40.63	0.014	110	3.60	0.99
P_484	BZ-594	BZ-316	40.17	0.014	110	5.26	1.09
P_485	BZ-316	BZ-595	34.71	0.014	110	5.24	1.08
P_486	BZ-595	BZ-317	34.46	0.020	110	5.05	1.23
P_487	BZ-333	BZ-596	36.41	0.014	160	6.82	1.13
P_488	BZ-596	BZ-318	36.22	0.020	160	7.50	1.33
P_489	BZ-342	BZ-597	44.37	0.005	160	6.94	0.79
P_490	BZ-597	BZ-324	44.44	0.032	160	6.97	1.54
P_491	BZ-313	BZ-598	35.82	0.005	110	2.09	0.60
P_492	BZ-598	BZ-314	35.36	0.005	160	5.31	0.74
P_493	BZ-310	BZ-599	40.23	0.015	110	1.78	0.84
P_494	BZ-599	BZ-311	40.05	0.010	110	1.91	0.74
P_495	BZ-308	BZ-600	30.47	0.017	110	2.39	0.95
P_496	BZ-600	BZ-309	30.46	0.008	110	4.03	0.81
P_497	BZ-247	BZ-601	33.59	0.005	160	6.90	0.79
P_498	BZ-601	BZ-248	32.82	0.005	160	7.76	0.81
P_499	BZ-303	BZ-602	34.93	0.015	110	1.54	0.80

P_500	BZ-602	BZ-310	35.13	0.011	110	4.29	0.93
P_501	BZ-259	BZ-603	30.81	0.014	110	2.92	0.93
P_502	BZ-603	BZ-260	30.30	0.013	110	3.09	0.92
P_503	BZ-59	BZ-604	35.25	0.005	250	24.60	1.08
P_504	BZ-604	BZ-60	35.02	0.005	250	17.18	0.99
P_505	BZ-58	BZ-605	34.70	0.005	200	21.90	1.03
P_506	BZ-605	BZ-59	34.42	0.005	200	12.83	0.92
P_507	BZ-50	BZ-51	20.66	0.030	110	3.84	1.32
P_508	BZ-05	BZ-04	27.45	0.010	400	149.20	2.20
P_509	BZ-107	BZ-104	6.53	0.024	110	2.10	1.04
P_510	BZ-104	BZ-03	27.53	0.018	110	4.08	1.12
P_511	BZ-04	BZ-51	32.13	0.005	450	149.66	1.69
P_512	BZ-51	BZ-103	34.96	0.008	450	153.90	2.03
P_513	BZ-03	BZ-52	32.11	0.044	110	4.50	1.60
P_514	BZ-103	BZ-54	35.21	0.023	450	154.38	3.04
P_515	BZ-55	BZ-54	33.97	0.005	160	4.90	0.72
P_516	BZ-54	BZ-52	57.74	0.005	450	160.38	1.72
P_517	BZ-52	BZ-57	51.93	0.005	450	165.68	1.73
P_518	BZ-57	BZ-56	34.22	0.005	450	173.54	1.74
P_519	BZ-56	BZ-91	69.93	0.005	450	176.18	1.75
P_520	BZ-68	BZ-74	52.45	0.005	630	436.16	2.19
P_521	BZ-99	BZ-66	71.00	0.005	630	411.32	2.17
P_522	BZ-09	BZ-38	5.74	0.005	160	7.02	0.79
P_523	BZ-10	BZ-40	54.98	0.005	110	3.66	0.67
P_524	BZ-38	BZ-81	35.30	0.014	160	7.18	1.17
P_525	BZ-76	BZ-64	48.22	0.042	630	380.36	4.73
P_526	BZ-64	BZ-65	33.54	0.005	630	409.22	2.17
P_527	BZ-67	BZ-75	20.37	0.005	630	434.92	2.19

P_528	BZ-91	BZ-94	79.46	0.021	450	180.24	3.05
P_529	BZ-94	BZ-92	68.85	0.019	450	183.58	2.97
P_530	BZ-74	BZ-73	48.76	0.005	630	438.72	2.19
P_531	BZ-92	BZ-12	27.80	0.063	450	184.36	4.57
P_532	BZ-12	BZ-96	42.55	0.005	500	195.64	1.81
P_533	BZ-96	BZ-85	78.49	0.005	500	197.66	1.82
P_534	BZ-85	BZ-84	75.21	0.005	500	199.64	1.84
P_535	BZ-84	BZ-90	59.99	0.014	500	348.84	3.04
P_536	BZ-90	BZ-98	60.38	0.005	630	350.90	2.10
P_537	BZ-98	BZ-97	61.31	0.043	630	352.68	4.68
P_538	BZ-82	BZ-79	18.67	0.005	630	370.12	2.12
P_539	BZ-79	BZ-81	41.26	0.005	630	370.72	2.12
P_540	BZ-97	BZ-13	16.25	0.005	630	364.46	2.12
P_541	BZ-73	BZ-71	79.95	0.005	630	440.36	2.19
P_542	BZ-78	BZ-77	10.12	0.066	110	2.78	1.60
P_543	BZ-46	BZ-47	53.69	0.005	110	4.12	0.69
P_544	BZ-47	BZ-48	53.99	0.005	160	5.70	0.75
P_545	BZ-48	BZ-49	54.97	0.005	160	6.62	0.78
P_546	BZ-49	BZ-45	28.76	0.019	160	7.02	1.29
P_547	BZ-71	BZ-70	79.95	0.005	630	442.54	2.20
P_548	BZ-41	BZ-42	54.19	0.005	110	2.14	0.60
P_549	BZ-42	BZ-43	53.90	0.005	110	2.92	0.64
P_550	BZ-43	BZ-45	53.58	0.005	110	3.66	0.43
P_551	BZ-45	BZ-12	2.70	0.005	160	10.88	0.60
P_552	BZ-39	BZ-40	45.60	0.019	110	1.78	0.91
P_553	BZ-40	BZ-09	36.80	0.005	110	4.52	0.70
P_554	BZ-36	BZ-37	43.39	0.005	110	2.39	0.61
P_555	BZ-37	BZ-09	56.10	0.018	110	2.32	0.95

P_556	BZ-22	BZ-01	60.42	0.014	110	3.38	0.96
P_557	BZ-44	BZ-22	48.29	0.013	110	2.14	0.84
P_558	BZ-70	BZ-69	58.23	0.005	700	504.94	2.29
P_559	BZ-53	BZ-17	21.25	0.005	110	2.50	0.62
P_560	BZ-23	BZ-17	42.10	0.006	110	1.92	0.60
P_561	BZ-08	BZ-07	80.01	0.006	110	1.65	0.60
P_562	BZ-25	BZ-95	18.44	0.005	160	7.72	0.81
P_563	BZ-72	BZ-53	45.86	0.018	110	2.12	0.94
P_564	BZ-24	BZ-23	47.83	0.012	110	1.85	0.79
P_565	BZ-35	BZ-32	17.18	0.005	110	2.30	0.60
P_566	BZ-32	BZ-28	49.10	0.005	110	2.64	0.62
P_567	BZ-28	BZ-27	37.59	0.005	110	4.38	0.69
P_568	BZ-69	B-182	58.23	0.005	700	513.44	2.30
P_569	BZ-27	BZ-26	36.56	0.016	110	5.26	1.15
P_570	BZ-26	BZ-25	51.01	0.024	110	7.08	1.43
P_571	BZ-29	BZ-28	16.02	0.051	110	2.06	1.35
P_572	BZ-34	BZ-31	35.29	0.014	110	1.58	0.79
P_573	BZ-31	BZ-30	37.18	0.010	110	1.80	0.72
P_574	BZ-30	BZ-26	47.73	0.006	110	2.03	0.60
P_575	BZ-61	BZ-44	57.40	0.012	110	1.89	0.77
P_576	BZ-01	BZ-83	37.26	0.013	110	6.64	1.12
P_577	BZ-83	BZ-100	21.52	0.005	160	7.64	0.81
P_578	BZ-11	BZ-101	23.64	0.005	200	14.56	0.95
P_579	BZ-81	BZ-80	50.81	0.005	630	378.28	2.13
P_580	BZ-17	BZ-16	68.75	0.008	110	3.70	0.82
P_581	BZ-16	BZ-15	64.31	0.016	110	4.22	1.09
P_582	BZ-15	BZ-11	79.50	0.015	110	5.18	1.11
P_583	BZ-33	BZ-93	33.45	0.007	110	1.60	0.60

P_584	BZ-93	BZ-15	29.10	0.006	110	1.71	0.60
P_585	BZ-02	BZ-83	63.89	0.018	110	1.61	0.86
P_586	BZ-18	BZ-58	45.92	0.009	200	19.72	1.28
P_587	BZ-60	BZ-62	58.76	0.005	250	26.46	1.10
P_588	BZ-80	BZ-76	81.72	0.005	630	379.36	2.13
P_589	BZ-62	BZ-63	48.28	0.005	250	27.38	1.11
P_590	BZ-63	BZ-64	41.09	0.005	250	28.36	0.68
P_591	BZ-102	BZ-20	19.31	0.013	110	1.69	0.79
P_592	BZ-20	BZ-19	67.67	0.012	110	2.02	0.81
P_593	BZ-19	BZ-14	79.88	0.013	110	2.60	0.87
P_594	BZ-100	BZ-11	37.18	0.005	160	8.52	0.83
P_595	BZ-101	BZ-18	23.68	0.005	200	16.02	0.97
P_596	BZ-14	BZ-18	11.62	0.057	110	3.16	1.58
P_597	BZ-21	BZ-102	30.65	0.013	110	1.57	0.75
P_598	BZ-86	BZ-89	50.46	0.005	160	10.66	0.58
P_599	BZ-65	BZ-99	82.03	0.005	630	409.84	2.17
P_600	BZ-89	BZ-88	48.46	0.005	160	11.38	0.62
P_601	BZ-07	BZ-06	81.23	0.005	110	2.22	0.60
P_602	BZ-95	BZ-87	80.03	0.005	160	8.18	0.82
P_603	BZ-87	BZ-86	49.76	0.005	160	9.50	0.85
P_604	BZ-06	BZ-10	54.71	0.005	110	2.96	0.64
P_605	BZ-13	BZ-82	61.40	0.005	630	364.80	2.12

Fuente: Software SewerGEMS (2022)

Como se observa en las tablas N° 21 y N° 22, el software SewerGEMS nos calcula las velocidades del flujo en (m/s), donde todos los tramos cumplen con la velocidad mínima de 0.60 m/s que indica la norma para zonas urbanas.

5.4 Contrastación de hipótesis

5.4.1 Hipótesis principal

La mejora del sistema integral se basa en la ampliación de saneamiento básico con análisis científico, técnico y normativo.

Se comprobó que, con el análisis de la red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado a partir de información como la topografía del área de estudio, las normativas vigentes y la modelación de las redes mediante los softwares WaterGEMS y SewerGEMS se ha podido proponer una alternativa de diseño que cubre las necesidades básicas del 55% del Sector 352 del distrito de Carabayllo. Por lo tanto, se ha demostrado el cumplimiento total de la hipótesis principal.

5.4.2 Hipótesis secundaria 1

La localidad presenta una topografía plana con pendientes menores al 10% y un suelo constituido por gravas con contenido de arena, arcilla y limos con presencia de conglomerados de diámetro variables.

Esta hipótesis no se cumplió, debido que al emplear los softwares Google Earth y ArcGIS se obtuvo las curvas maestras y secundarias, tipo de suelo y geología de la zona de investigación para así describir las características topográficas tipo de suelo del sector 352 que presenta superficies onduladas con pendientes transversales en el rango de 10% a 15%, y un suelo de origen fluvial, lacustre o marino con zonas semi rocosas.

5.4.3 Hipótesis secundaria 2

La población futura será de 104 540 hab y el caudal de diseño es de 15 l/s

La población futura del sector 352 es de 54 552 habitantes y Los caudales de diseño para la red hidráulica de agua potable y alcantarillado son los siguientes: caudal promedio es de 110.49 l/s, caudal máximo diario es de 143.64 l/s y caudal máximo horario es de 276.23 l/s para la red de hidráulica de agua potable y el caudal de contribución es de 283.42 l/s para la red de alcantarillado.

Se logro el cálculo los caudales de diseño con el propósito de diseñar la red de agua potable. Lugo de calcular los caudales se procedió a diseñar la línea de conducción con el Qmd (caudal máximo diario) y el diseño de la línea de aducción y la red de distribución se diseñó con el Qmh (caudal máximo horario). Para el cálculo del caudal de diseño de la red de alcantarillado se tomó en cuenta el Qmh para obtener el caudal de aguas residuales y así se pudo comenzar a diseñar las redes de desagüe.

5.4.4 Hipótesis secundaria 4

El diseño hidráulico y obras estructurales más eficientes son las que logran satisfacer durante 24 horas los parámetros de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para un óptimo diseño de redes hidráulicas de agua y alcantarillado en el Sector 352 de Carabayllo, se debe cumplir con los requisitos mínimos especificados en la norma técnica de diseño OS 50 y OS 70 DEL Reglamento nacionales de edificaciones e incluso para los diseños hidráulicos mediante los softwares WaterGEMS y SewerGEMS los cuales permiten analizar y diseñar las redes brindado soluciones más óptimas.

Al diseñar la red hidráulica de agua potable y alcantarillado en el Sector 352 se observó que solo un 7.3% de los tramos no cumplen con los parámetros de velocidad establecidas en normativa vigente ($0.6 \text{ m/s} < V < 3 \text{ m/s}$). A si mismo estos datos se lograron obtener gracias a la utilización de los softwares WaterGEMS y SewerGEMS.

CONCLUSIONES

1. Las características topográficas del Sector 352 del distrito de Carabaylo son: Se tiene un terreno ondulado con pendientes entre el 10% y 15% y cotas desde los 180 hasta 420 msnm, además se presenta un terreno semi rocoso con un suelo de origen fluvial, lacustre o marino.
2. La población futura fue de 54 552 habitantes para un período de 20 años, siendo este el 2042. Según la norma técnica la dotación diaria para el sector 352 fue de 200 l/hab/día que brinda un caudal promedio de 110.49 l/s, caudal máximo diario es de 143.64 l/s y caudal máximo horario es de 276.225 l/s para el sistema de abastecimiento de agua potable. Mientras que, para el alcantarillado sanitario los caudales de aguas residuales fueron de 220.98 l/s, caudal de infiltración es de 51.38 l/s, caudales por conexiones errada de 11.05 l/s y el caudal de diseño es de 283.42 l/s.
3. Se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable con un reservorio de tipo apoyado, de geométrica cilíndrica y con un volumen de almacenamiento de 3041 m³. La línea de aducción que conduce el agua desde el reservorio hasta la red de distribución del sector 352 será de material PVC de clase A-10 con una longitud total de 134.20 m y Diámetro 280 mm.
4. Se modeló la red de abastecimiento de agua potable en el Software WaterGEMS donde más del 90 % de los tramos cumplen con los parámetros de velocidades (mayores a 0.6 m/s y menores a 3 m/s) como lo indica la norma vigente OS 050 RNE. Los tramos de tuberías que no cumplieron con las velocidades mínimas recomendado fueron aceptados como parte del diseño. A si mismo las presiones en los nodos se encuentran en el rango de 43 m.c.a. a 50 m.c.a. Además, la modelación de la red de alcantarillado sanitario mediante el software SewerGEMS indico resultados de velocidades en un rango de valores entre 0.50 m/s y 4.73 m/s.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para tener datos más precisos en la topografía, realizar un levantamiento topográfico mediante un vuelo fotogramétrico, debido a que estos cuentan con una precisión de 1 cm + 1 mm por cada kilómetro (horizontal) y 1.5 cm + 1 mm por cada kilómetro (vertical).

2. Se recomienda usar métodos gráficos y estadísticos para tener una mejor estimación en el cálculo de la población futura.

3. Se recomienda para próximas investigaciones diseñar el total del sector 352 ya que en esta tesis solo se diseñó el 52 % del total.

4. Se recomienda para obtener un mejor y óptimo diseño de las redes de distribución de agua potable sectorizar el área de estudio con válvulas de control e instalar cámaras rompe presión. Con la finalidad de asegurar el cumplimiento de todos los criterios mínimos que propone la norma vigente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarza, F. (2012). Investigación aplicada vs investigación pura (básica).
- Agüero, R. (2018). Agua potable para poblaciones rurales. Lima, Perú: Asociación Servicios Educativos Rurales
- Borja, M. (2016). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, Perú.
- Bosch, D. (2008). Geotecnia trabajo práctico de laboratorio. U.N.N.E.
- Calvo J. (2010). Abastecimiento de agua potable y saneamiento de las aguas residuales urbanas en España.
- Carreño, R. & Castro, M (2021). Estudio y diseño de alcantarillado sanitario y pluvial en la comunidad las gradas, cantón Guaranda (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Chavarro, D. & Mejía, A (2018). Diseño de plan de saneamiento básico mediante la implementación de soluciones prácticas que respondan a las problemáticas de la finca piscícola La Veraka (tesis de pregrado). Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia
- Chichipe, J. & Grandez, P (2020). Diseño del saneamiento básico, Pueblo Joven 16 de octubre, distrito Huancas-Chachapoyas-Amazonas, 2019 (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú.
- Crespo, C. (1980). Mecánica de suelos y cimentaciones. México: Limusa noriega editorial.
- Fratelli, M. (1993). Suelos fundaciones y muros. Caracas: Bonalde editores.
- Fuentelsalz, C. (2009). Cálculo del tamaño de la muestra. España
- Gonzales de Vallejo, L. (2002). Ingeniería geológica. Madrid-España: Pearson Education s.a.
- Halanoca, P. (2022). Diagnóstico y valoración económica del servicio de agua potable y saneamiento básico en el centro poblado de Chatuma (tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Altiplano, Perú.
- Hendriks, J. (2016). Acumulación de derechos de agua en el Perú. Perú.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M, (2014). Metodología de la investigación. (Sexta ed.) México: McGraw Hill.

- Mamani, W. & Torres, J (2018). Sistema de agua potable, saneamiento básico y el nivel de sostenibilidad en la localidad de laccaicca, distrito de sañayca, aymaraes- Apurímac, 2017(tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de los andes, Apurímac, Perú.
- Medrano, R. (2008). Mecánica de suelos II. México.
- Mejía, T. (2020). Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos
- Moreno, J. (2018). Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío pampa hermosa alta, distrito de Usquil – Otuzco – la libertad (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Peru
- López C. (1995). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados.
- Palacios, D. (2016). Problemática del agua y saneamiento en el Perú.
- Raffino, E. (2020). Investigación no experimental. Argentina. Obtenido de <https://concepto.de/investigacion-no-experimental/>
- Unda, F. & Salinas, S. (1969). Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. México: Limusa Noriega editores.
- Virginia, S. (2016). Diseño de estudios transversales. México.
- CEPIS/OPS, (2004), Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales, Perú, centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente.
- Centro Internacional de Agua y Saneamiento. (1988). "Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable para Pequeñas Comunidades". Holanda, pp 32
- Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial, Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Trabajos Técnicos.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).
- PNSR, (2012), Guía para elaboración de Proyectos de Agua y Saneamiento
- Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, aprobado con D.S. N° 023-2005-VIVIENDA), Art. 4° - Definiciones, Numeral 25, literal “a” del T.U.O.
- Reglamento nacional de edificaciones, (2006), Captación y conducción de agua para consumo humano, Perú, pág. 32.
- Serna, V. (2020). Diagnóstico para la implementación de un plan de saneamiento básico en la vereda el zarzal la luz y el acueducto aveza (tesis de pregrado). Tecnológico de Antioquia - Institución Universitaria, Medellín, Colombia.

Wikipedia. (s.f.). Red de Abastecimiento de Agua Potable. Obtenido de sitio web de wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_abastecimiento_de_agua_potable

ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de actividades

Actividades	Semanas														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Establecer el esquema del proyecto de tesis															
Selección del tema de investigación y búsqueda de información bibliográfica															
Elaboración de antecedentes, marcos y supuestos															
Planteamiento del problema de investigación, objetivo general y específicos															
Elaboración del marco teórico conceptual															
Diseño de investigación: hipótesis y operacionalización de variables															
Población y muestra															
Muestreo y unidad de análisis															
Técnicas e instrumentos de recolección, validez, confiabilidad y análisis de los datos															
Presentación del borrador del proyecto de tesis															
Revisión del proyecto de tesis por el asesor															
Levantamientos de observaciones															
Sustentación del proyecto															

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Presupuesto (Asignación de recursos)

	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PU	PARCIAL	TOTAL
01.00	RECURSOS HUMANOS					
01.01	Metodología	Persona	2.00	3000.00	6000.00	
01.02	Especialista	Persona	2.00	3000.00	6000.00	12000.00
02.00	SERVICIOS					
02.01	Impresiones	Unid	120.00	0.50	60.00	
02.02	Movilidad a campo	Glb	8.00	50.00	400.00	
02.03	Acceso a internet	GB	80.00	6.20	496.00	956.00
03.00	RECURSOS FISICOS					
03.01	Lapicero	Unid	4.00	1.00	4.00	
03.02	Papel (medio paquete)	Glb	1.00	12.00	12.00	
03.03	Refrigerio en campo	Glb	1.00	24.00	24.00	
03.04	Otros materiales	Glb	1.00	20.00	20.00	54.00
TOTAL PRESUPUESTO					S./	13,010.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Matriz de Operacionalización de Variables

Variable independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Población de Carabaylo	Es todo lugar del territorio nacional rural o urbano, identificado mediante un nombre y habitado con ánimo de permanencia. Los centros poblados pueden acceder según sus atributos, a categorías como: caserío, pueblo, villa, ciudad y metrópoli. Arroyo (2019)	Calidad de vida	PH, conductividad, coliformes fecales y totales	Expediente técnico del proyecto
			Enfermedades frecuentes registrados	Expediente técnico del proyecto
Variable dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Sistema integral de saneamiento básico	Los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado tienen como función el suministro de agua apta para el consumo humano y evacuación de las aguas que ya han sido utilizadas en una población, estas aguas reciben el nombre genérico de “aguas residuales”; también sirven para retirar las aguas pluviales. (Jiménez, 2013, p.21).	Planos Topográfico	Curvas de nivel cada 1 m	Levantamiento topográfico
		Estudio de mecánica de suelos	Granulometría Contenido de humedad Peso específico Perfiles estratigráficos	Expediente técnico del proyecto
		Población Futura	Habitantes futuros mediante proyección estadística	Datos del INEI Tasa de crecimiento poblacional
		Diseño hidráulico	Captación Red de conducción Red de distribución Reservorio Cámara rompe presión	ISO10 NTE E. 060 WaterGEMS SewerGEMS

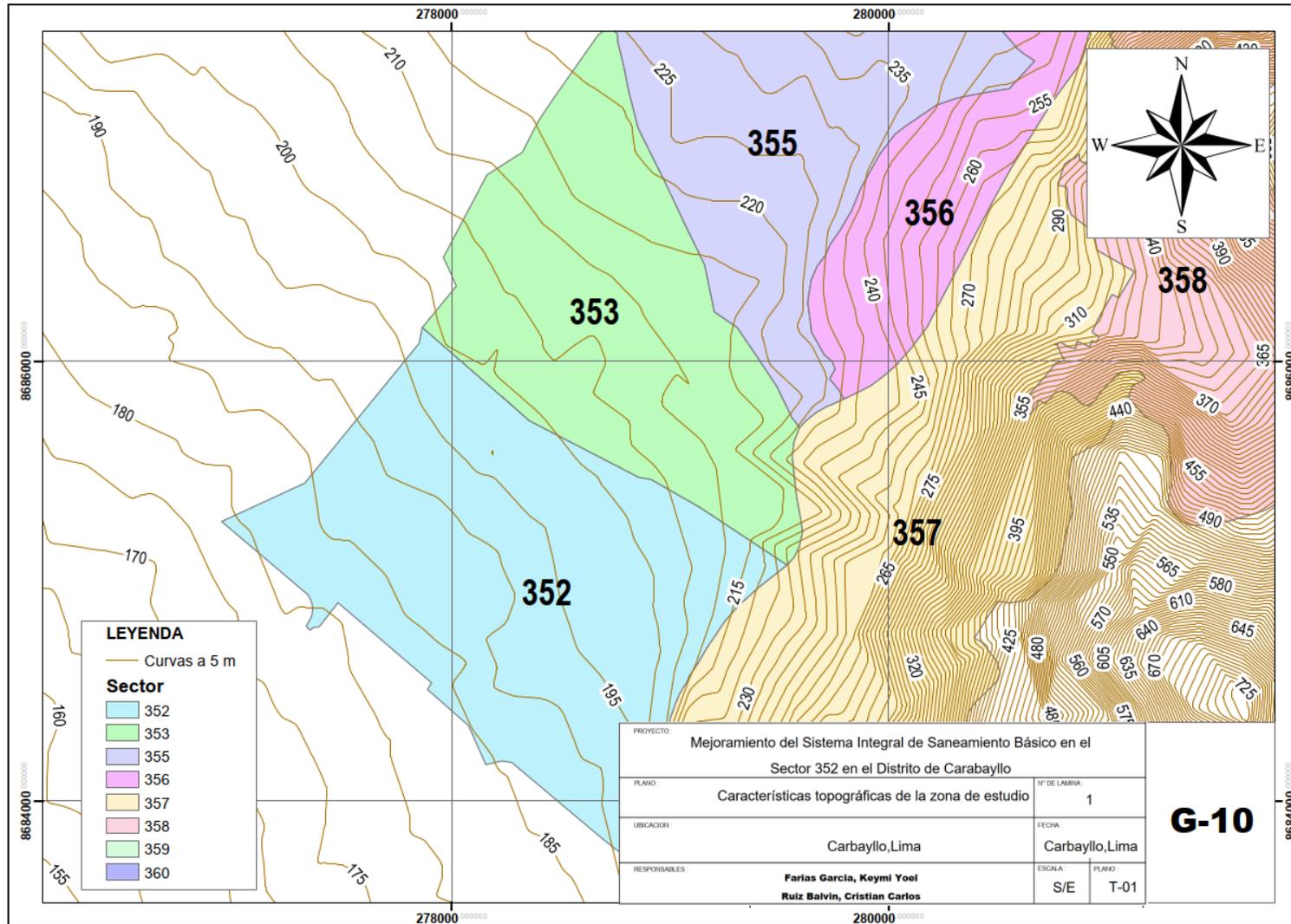
Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICAS / INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General			
¿Cómo mejorar el sistema integral de saneamiento básico en el sector 352 del distrito de Carabayllo?	Realizar el mejoramiento de un sistema integral de saneamiento en el sector 352 del distrito de Carabayllo.	La mejora del sistema integral se basa en la ampliación de saneamiento básico con análisis científico, técnico y normativo.	Modelación Matemática	Velocidades Presiones Eficiencia	Reglamento Nacional de Edificaciones Equipos topográficos Hoja de cálculo AutoCAD WaterGEMS SewerGEMS
Problema Específicos	Objetivo específico	Hipótesis Específicos	Diseño Hidráulico	Población futura	Google Earth Pro Normas técnicas
¿Cuáles son las características de la topografía y mecánica de suelos del área de estudio?	Caracterizar la topografía y mecánica del suelo del área de estudio	La localidad presenta una topografía plana con pendientes menores al 10% y un suelo constituido por gravas con contenido de arena, arcilla y limos con presencia de conglomerados de diámetro variables.		Calidad de agua Mecánica de Suelos	
¿Cuál será la población futura y caudal de diseño para el sistema integral de saneamiento?	Determinar la población futura y caudal de diseño para el sistema integral de saneamiento.	La población futura será de 104 540 hab y el caudal de diseño es de 15 l/s		Topografía Redes de distribución	
¿Cómo diseñar el modelo hidráulico y estructural para el sistema integral óptimo de saneamiento del sector 352?	Realizar el modelo hidráulico y estructural para el sistema integral óptimo de saneamiento del sector 352	El diseño hidráulico y obras estructurales más eficientes son las que logran satisfacer durante 24 horas los parámetros de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones.			

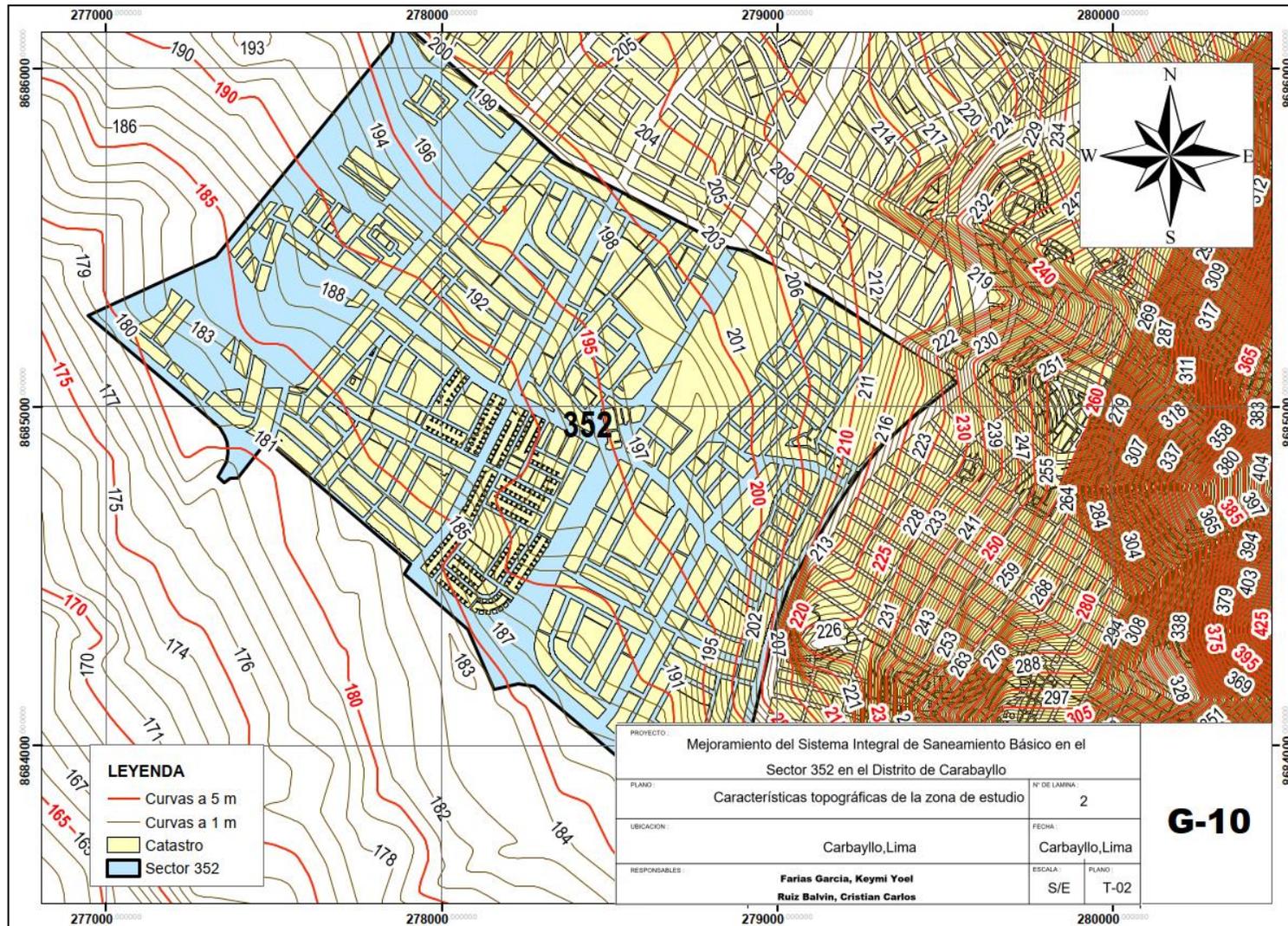
Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Plano de características topográficas de los sectores de Carabayllo



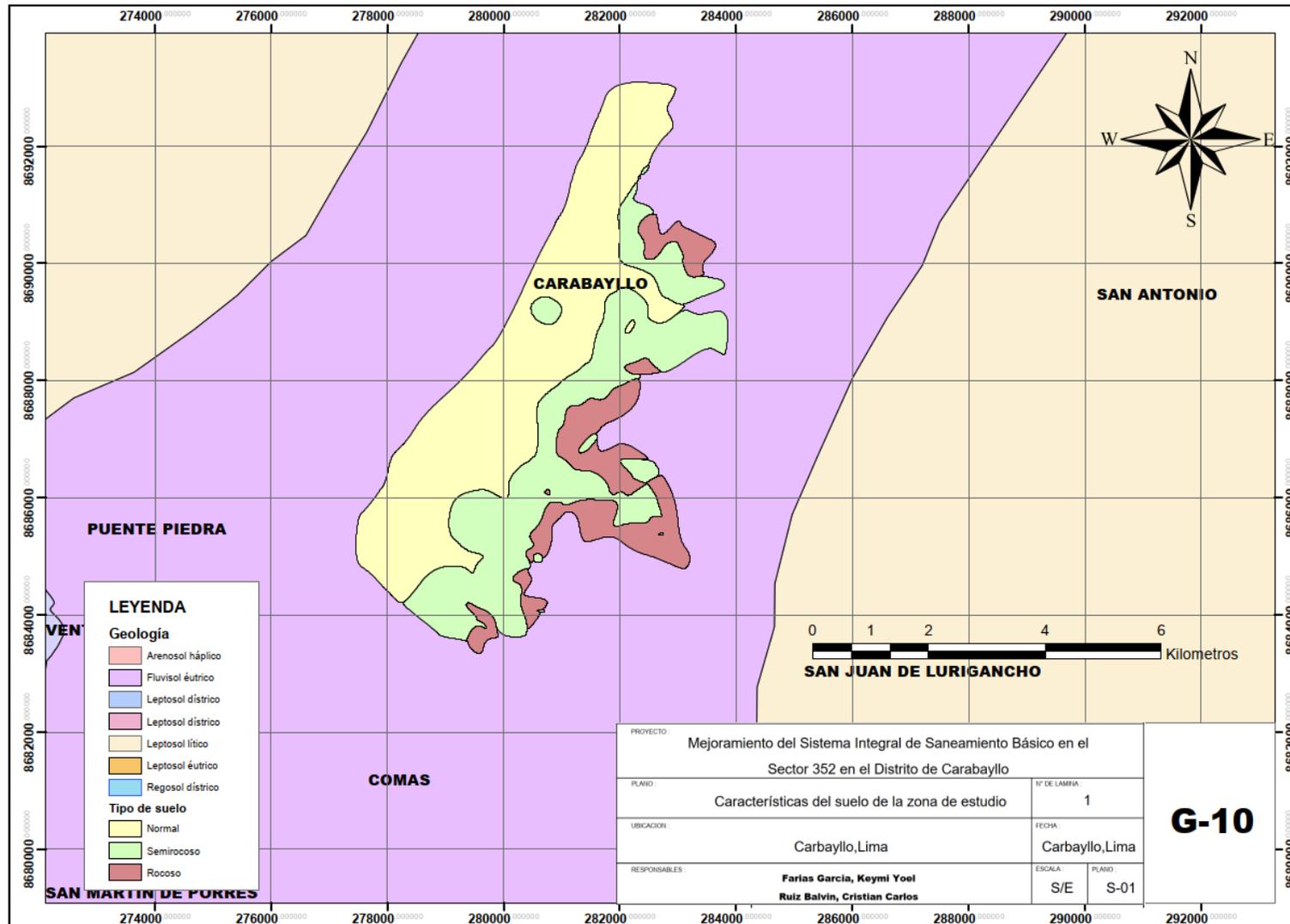
Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Plano de características topográficas de la zona de estudio Sector 352



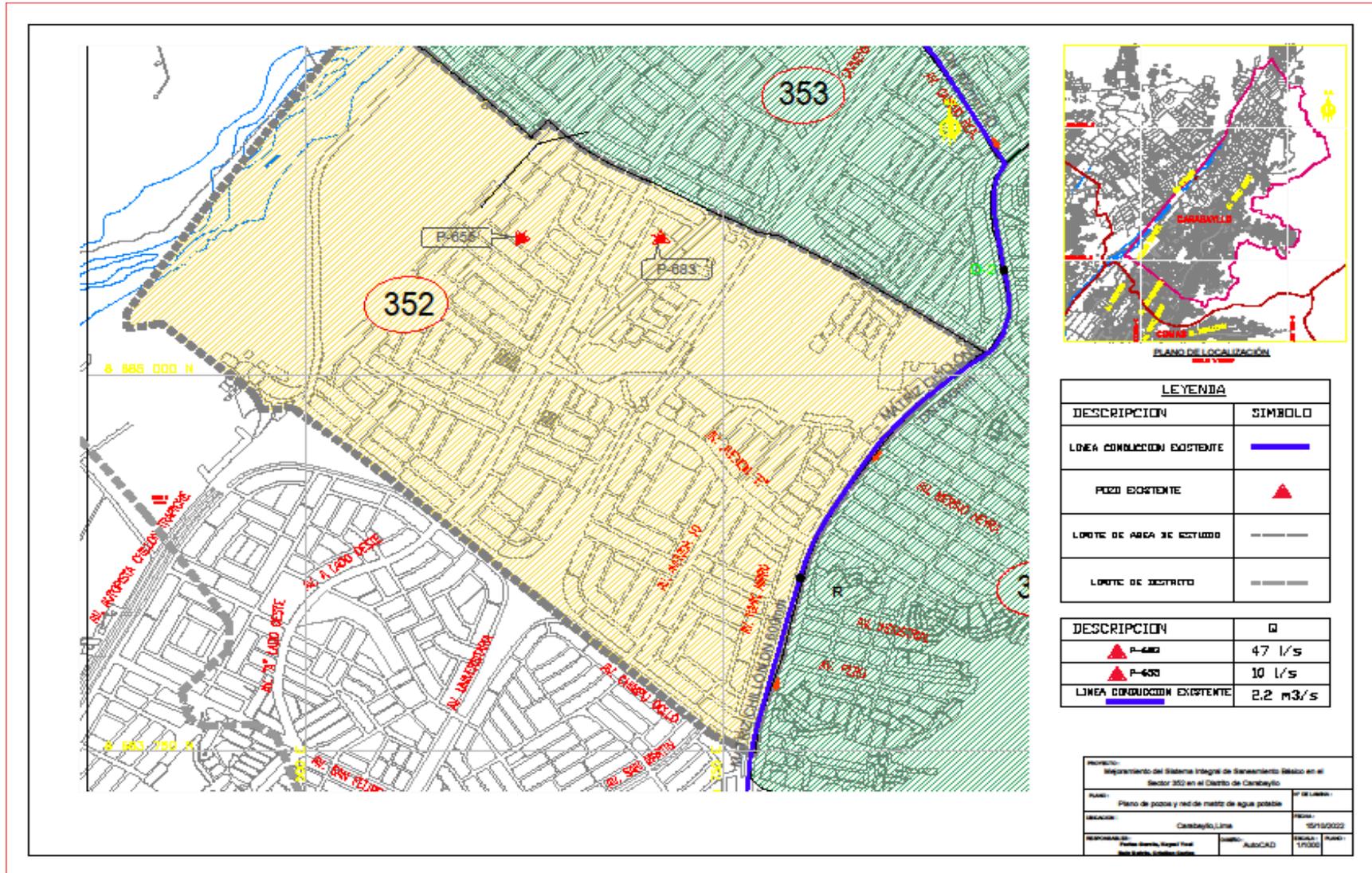
Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Plano de características del suelo de la zona de estudio



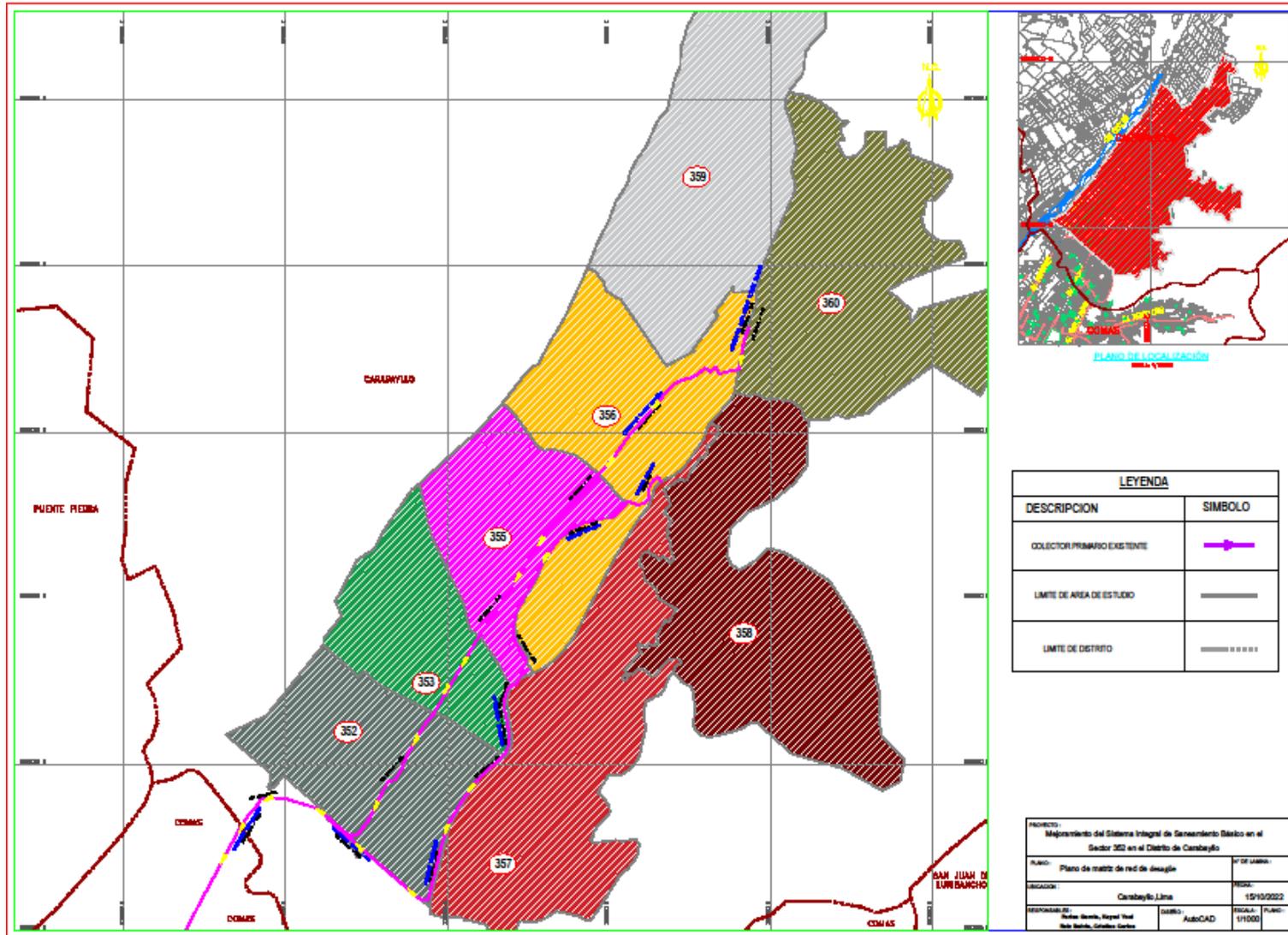
Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Plano de fuentes de abastecimiento de agua del sector 352



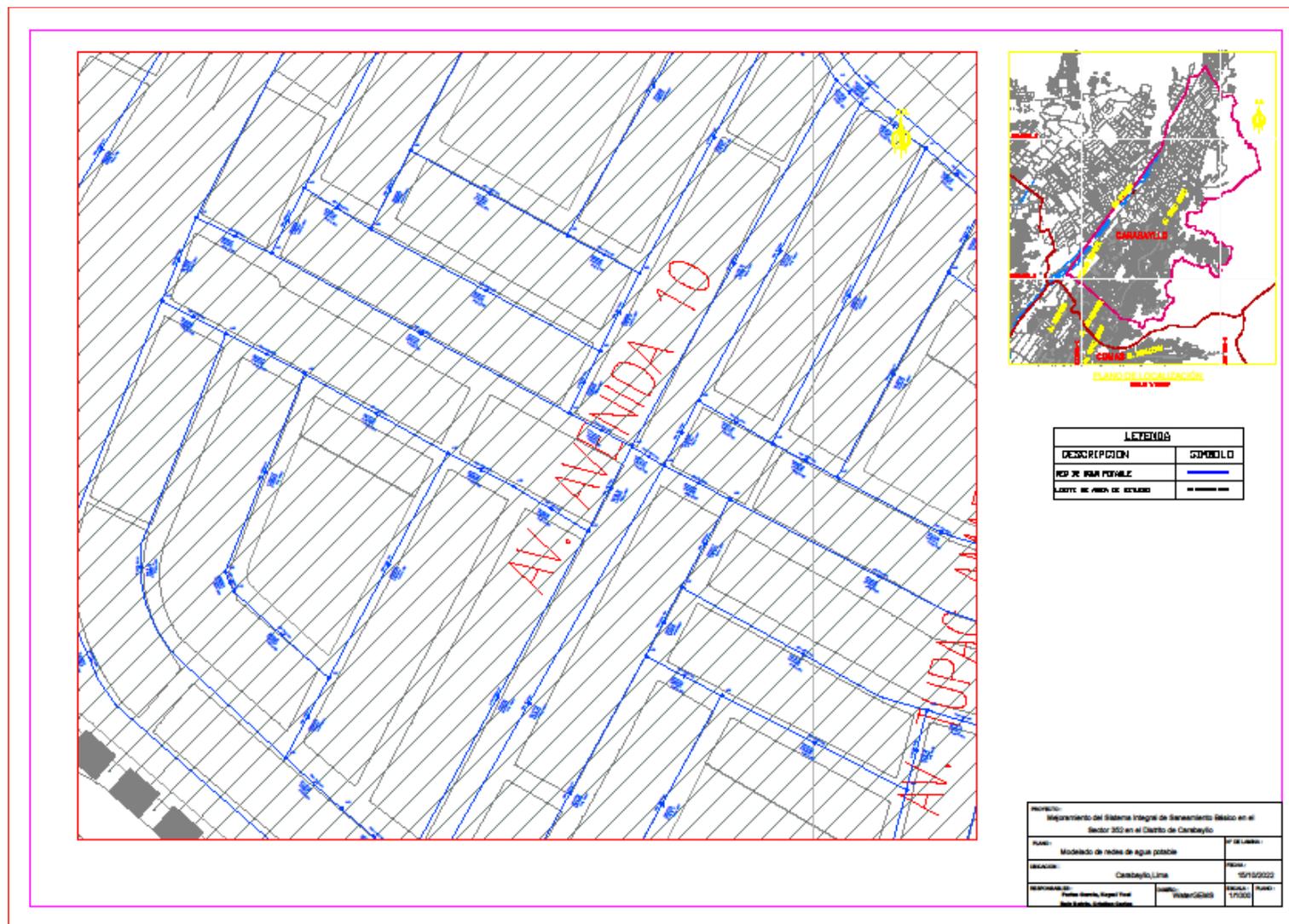
Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Plano de matriz de red de desague



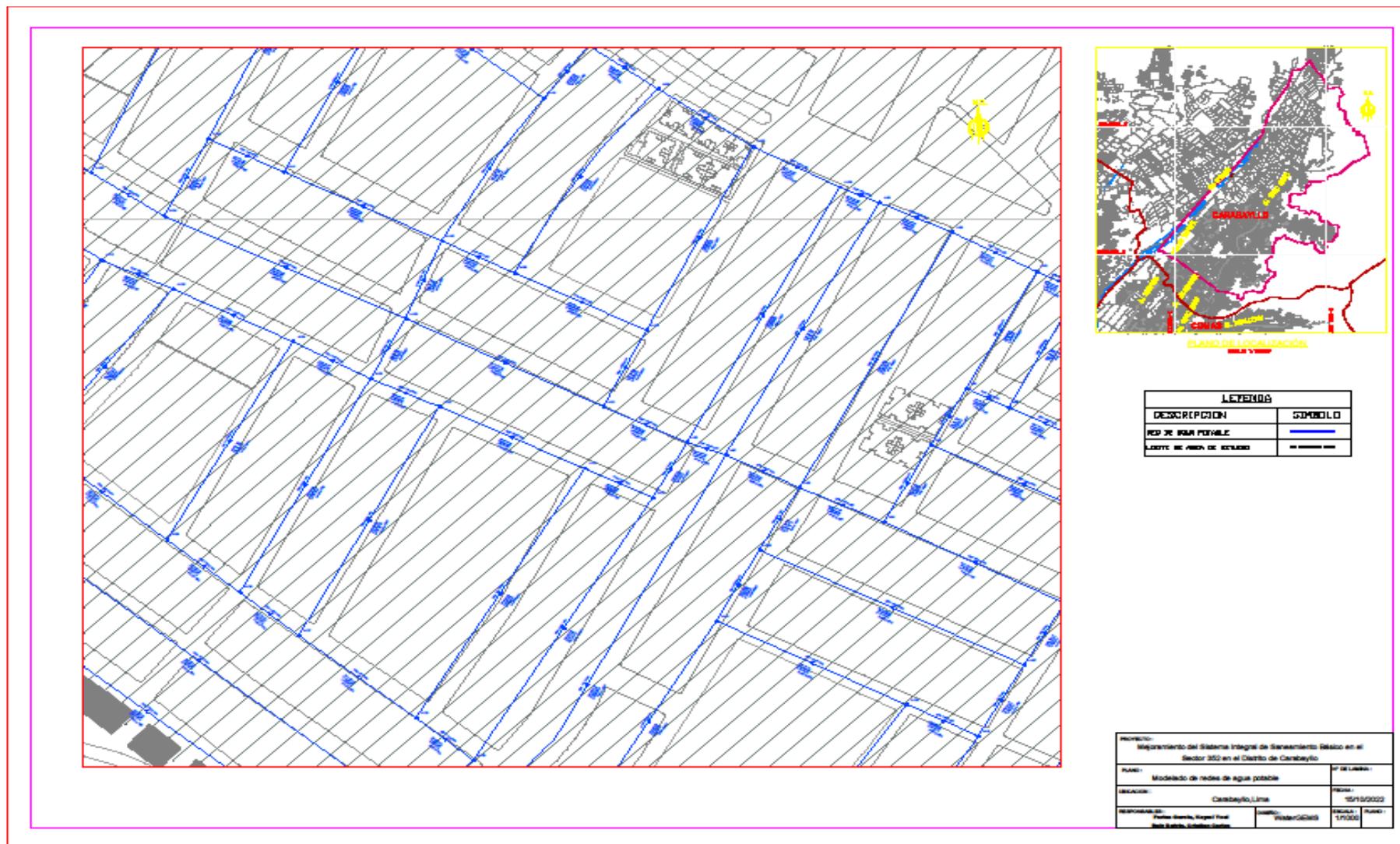
Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Plano de red de agua sector 352 – Parte 1



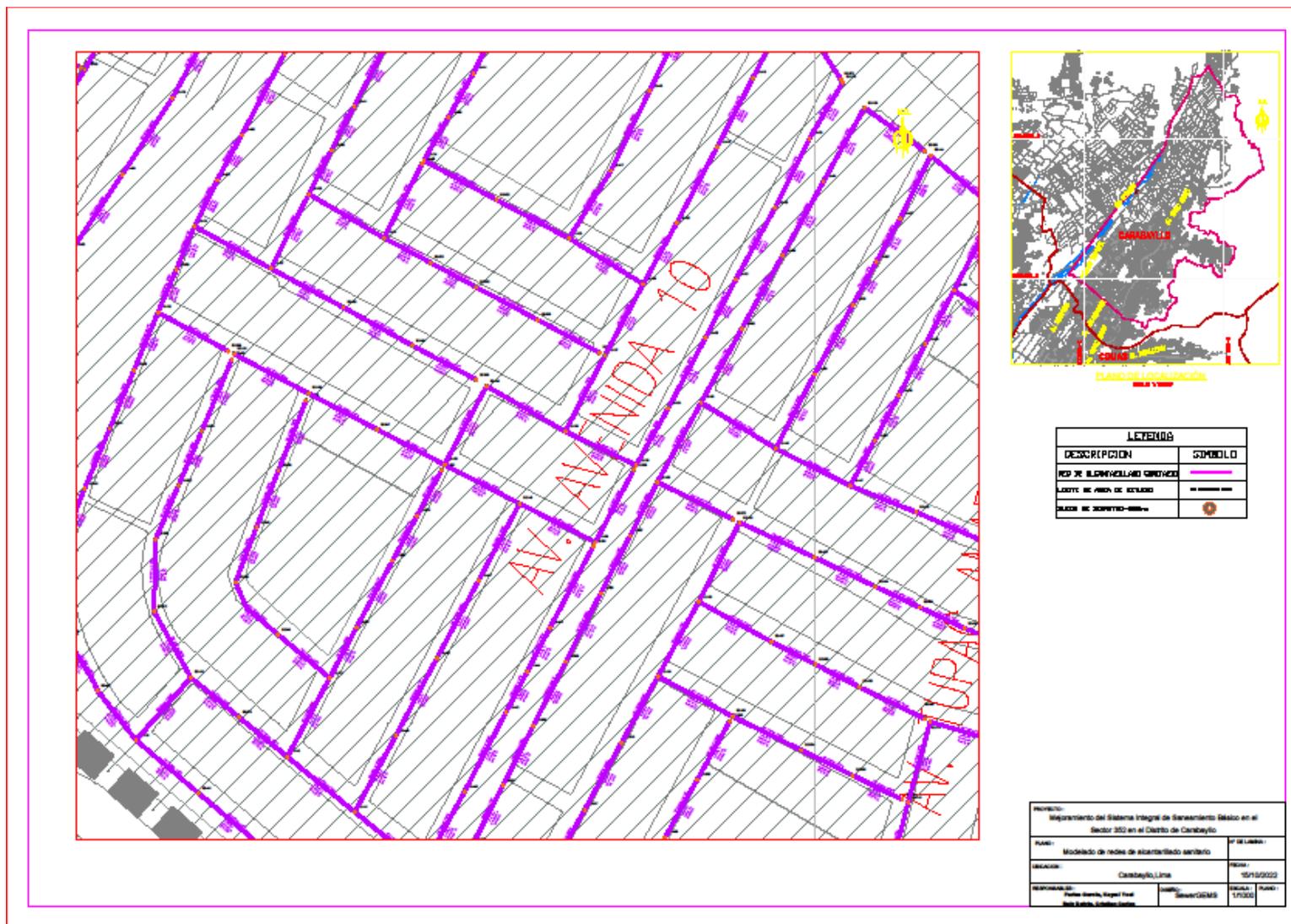
Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Plano de red de agua sector 352 – Parte 2



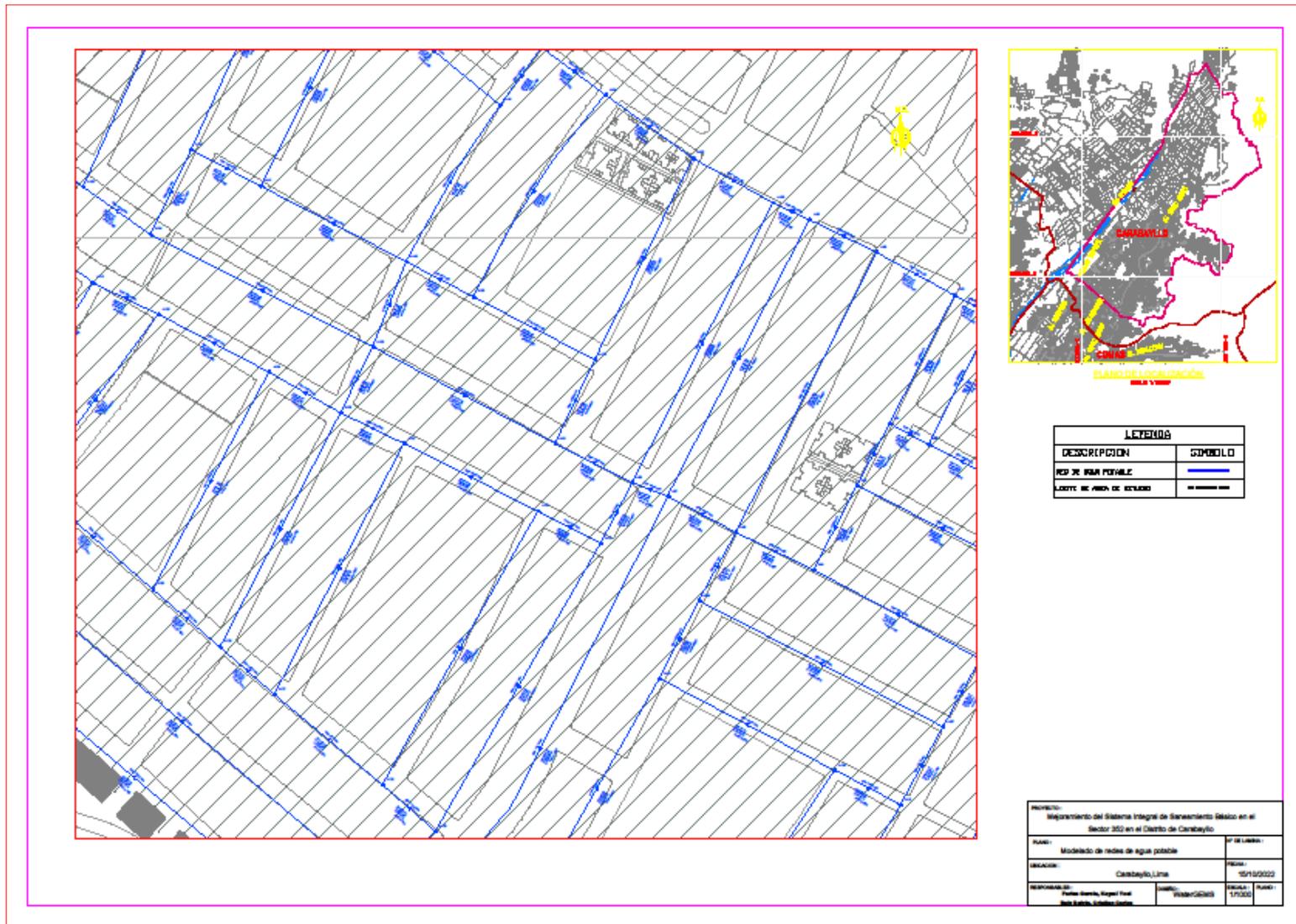
Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Plano de red de desagüe del sector 352 – Parte 1



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Plano de red de desagüe del sector 352 – Parte 2



Fuente: Elaboración propia