



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
COMBINADO EN LA URBANIZACIÓN LOS CHILLOS Y LA ZONA  
ESTE DEL BARRIO JATUMPUNGO, CANTON RUMIÑAHUI.**

**AUTORAS: GUAÑUNA COLLAGUAZO, CINTYA ELIZABETH  
USHIÑA PACHA, JESSICA ARACELY**

**DIRECTOR: ING. MASABANDA CAISAGUANO, MARCO VINICIO.**

**SANGOLQUÍ**

**2019**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO EN LA URBANIZACIÓN LOS CHILLOS Y LA ZONA ESTE DEL BARRIO JATUMPUNGO, CANTON RUMIÑAHUI.", fue realizado por las señoritas **Guañuna Collaguazo, Cintya Elizabeth y Ushiña Pacha, Jessica Aracely**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 17 de octubre del 2019

  
Ing. Masabanda Caisaguano, Marco Vinicio, PhD.

C.C. 1802179190

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

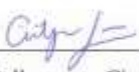
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, **Guañuna Collaguazo, Cintya Elizabeth y Ushiña Pacha, Jessica Aracely**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **"EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO EN LA URBANIZACIÓN LOS CHILLOS Y LA ZONA ESTE DEL BARRIO JATUMPUNGO, CANTON RUMIÑAHUI"** son de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 17 de octubre del 2019

  
Guañuna Collaguazo, Cintya Elizabeth  
C.C. 1717851313

  
Ushiña Pacha, Jessica Aracely  
C.C. 1725679508



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

#### AUTORIZACIÓN

Nosotras, **Guañuna Collaguazo, Cintya Elizabeth y Ushiña Pacha, Jessica Aracely**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO EN LA URBANIZACIÓN LOS CHILLOS Y LA ZONA ESTE DEL BARRIO JATUMPUNGO, CANTON RUMIÑAHUI”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 17 de octubre del 2019

Guañuna Collaguazo, Cintya Elizabeth  
C.C. 1717851313

Ushiña Pacha, Jessica Aracely  
C.C. 1725679508

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida con éxito, por darme paciencia y sabiduría en los momentos más difíciles.

A mis queridos padres, Yolanda y Gabriel que fueron el pilar fundamental en este logro, siempre estuvieron conmigo apoyándome incondicionalmente, a mis hermanos Alex, Daniela, Stefany quienes fueron y serán mis confidentes, mi apoyo.

A mi novio Sebastián, por su amor, paciencia incondicional y ayuda brindada a lo largo de todas las etapas de mi carrera y de mi vida.

**JESSICA ARACELY USHIÑA PACHA**

## **DEDICATORIA**

A Dios en primer lugar por ser mi guía y permitirme este logro.

A mis padres Edgar y Rosa por su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida, a mis hermanos Santiago y Bryan por todos los momentos compartidos y brindarme su cariño a lo largo de estos años. A mis queridos abuelitos, cuñada y sobrinas.

**CINTYA ELIZABETH GUAÑUNA COLLAGUAZO**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, por permitirme cumplir este logro en mi vida. A mi familia por su amor incondicional, por el apoyo brindado en todo este tiempo.

A mi novio Sebastián, por compartir conmigo lo bueno y lo malo por estar presente siempre en los momentos más difíciles y ayudarme a tomar decisiones.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, a la carrera de Ingeniería Civil, a todos mis profesores que impartieron su conocimiento y experiencia, en especial a mi tutor de tesis al Ing. Marco Masabanda, PhD por compartir su amplio conocimiento en el tema y demostrar habilidad para solventar cualquier problema.

Al Ing. Nelson Pedraza, Analista del Departamento de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización de Rumiñahui; que más que un profesional fue un amigo incondicional brindado su conocimiento y ayuda oportuna siempre que lo necesitaba.

JESSICA ARACELY USHIÑA PACHA

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la fuerza y sabiduría brindada durante esta etapa de mi vida.

A mi familia especialmente a mi mamá por su amor, consejos, apoyo y por siempre velar por mi éxito y bienestar.

A mis amigos Carmen y Eduardo por su amistad incondicional. A mis amigos de universidad por todos los momentos compartidos y por hacer grata esta etapa de mi vida.

Al Ing. Marco Masabanda, PhD por el apoyo brindado durante la realización del presente proyecto.

Al Ing. Nelson Pedraza por la dedicación, el conocimiento y el tiempo impartido durante el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, a la Universidad de las Fuerzas Armadas y a todos los docentes quienes contribuyeron en mi formación profesional.

**CINTYA ELIZABETH GUAÑUNA COLLAGUAZO**



## INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
INDICE DE CONTENIDOS .....	viii
INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRAC .....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación e importancia .....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Alcance del proyecto .....	4
CAPÍTULO II .....	5
2.1. Hidrología .....	5
2.2. Climatología.....	6
2.2.1. Información climática.....	6
2.2.2. Información de Temperatura .....	7
2.2.3. Precipitación .....	7
2.3. Estudios topográficos .....	8
2.3.1. Planimetría y Altimetría del área .....	8
2.4. Tamaño de la muestra.....	8
2.4.1. Tamaño de muestras finitas .....	9
2.5. Encuesta Socio Económica .....	10
2.6. Geología del Sector .....	19
2.6.1. Estudio de Suelo.....	19

2.6.1.	Descripción de ensayos .....	21
2.6.1.1.	Humedad Natural.....	21
2.6.1.2.	Granulometría.....	21
2.6.1.3.	Límites de Atterberg .....	25
2.6.1.4.	Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS) .....	26
CAPÍTULO III .....		27
3.1	Análisis poblacional .....	27
3.2	Población de diseño.....	27
3.2.1.	Población actual .....	27
3.2.2.	Población económicamente activa .....	27
3.3.	Población futura .....	27
3.4.	Periodo de diseño .....	28
3.5.	Tasa de crecimiento.....	28
3.6.	Estimación de la población futura.....	29
3.7.	Densidad Poblacional Actual.....	31
3.8.	Densidad Poblacional Futura .....	31
3.9.	Niveles de servicio .....	32
3.10.	Dotación .....	33
3.10.1.	Dotación actual promedio por planillas de consumo anual .....	34
3.10.2.	Dotación actual promedio con lectura medidores .....	34
CAPITULO IV .....		36
4.	Catastro del sistema de alcantarillado existente .....	36
4.2.	Procedimientos y parámetros establecidos para el catastro de la red de alcantarillado existente. ....	36
4.3.	Características generales del sistema de alcantarillado actual.....	38
4.4.	Informe del estado general del sistema de alcantarillado actual.....	40
4.5.	Informe del traspaso de cámara de inspección a través de las tuberías en el sector de estudio.....	46
4.6.	Evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado actual. ....	50
4.7.	Resolución final de la evaluación hídrica del sistema de alcantarillado actual. ....	69
CAPITULO V .....		70
5.	Bases de diseño.....	70
5.2.	Parámetros de diseño de alcantarillado Sanitario.....	70

5.2.1.	Área de aportación .....	70
5.2.2.	Dotación.....	70
5.2.3.	Caudal de aguas servidas .....	70
5.2.4.	Caudal de aguas residuales domesticas .....	71
5.2.5.	Coeficiente de retorno .....	71
5.2.6.	Caudal máximo instantáneo.....	72
5.2.7.	Coeficiente de mayoración .....	72
5.2.8.	Caudal por infiltración.....	73
5.2.9.	Caudal de aguas Ilícitas .....	73
5.3.	Parámetros de diseño de alcantarillado pluvial.....	74
5.3.1.	Caudal pluvial .....	74
5.3.2.	Coeficiente de escurrimiento .....	75
5.3.3.	Intensidad y frecuencia de lluvia.....	78
5.3.4.	Tiempo de concentración.....	79
5.3.5.	Periodo de retorno .....	80
5.3.6.	Intensidad máxima diaria.....	80
5.4.	Tuberías y colectores.....	82
5.4.1.	Diámetros mínimos .....	82
5.4.2.	Relleno mínimo.....	82
5.4.3.	Velocidad mínima .....	82
5.4.4.	Velocidad máxima.....	82
5.4.5.	Diámetros recomendados para pozos de revisión.....	83
5.4.6.	Distancia entre pozos de revisión.....	84
5.4.7.	Sumideros .....	84
CAPITULO IV .....		86
6.	Diseño del nuevo sistema de alcantarillado .....	86
6.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario .....	86
6.1.1.	Pozo de revisión .....	86
6.1.2.	Conexiones domiciliarias .....	87
6.2.	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial.....	88
6.2.1.	Pozo de revisión .....	89
6.2.2.	Sumideros .....	89
6.3.	Análisis comparativo con el programa SewerCAD .....	90

CAPITULO VII.....	107
7. Presupuesto Referencial.....	107
7.1. Análisis de Precios Unitarios .....	108
7.2. Especificaciones Técnicas .....	108
CAPITULO VIII .....	109
8.1. Conclusiones .....	109
8.2. Recomendaciones.....	110
REFERENCIAS .....	111

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>División Hidrográfica Cantón Rumiñahui</i> .....	5
<b>Tabla 2</b> <i>Datos de la estación meteorológica Izobamba</i> .....	6
<b>Tabla 3</b> <i>Valores de temperatura</i> .....	7
<b>Tabla 4</b> <i>Valores de precipitación mensual</i> .....	7
<b>Tabla 5</b> <i>Tipos de vivienda</i> .....	10
<b>Tabla 6</b> <i>Tenencia de vivienda</i> .....	11
<b>Tabla 7</b> <i>Sistema constructivo de vivienda</i> .....	12
<b>Tabla 8</b> <i>Número de pisos de la vivienda</i> .....	13
<b>Tabla 9</b> <i>Número de personas que habitan en la vivienda</i> .....	14
<b>Tabla 10</b> <i>Servicios de la vivienda</i> .....	15
<b>Tabla 11</b> <i>Valor de pago de la luz eléctrica</i> .....	16
<b>Tabla 12</b> <i>Disponibilidad de agua todos los días</i> .....	16
<b>Tabla 13</b> <i>Valores promedio de pago de agua potable</i> .....	17
<b>Tabla 14</b> <i>Uso de agua potable</i> .....	18
<b>Tabla 15</b> <i>Puntos de extracción de muestras</i> .....	19
<b>Tabla 16</b> <i>Contenido de humedad de muestras</i> .....	21
<b>Tabla 17</b> <i>Resumen de ensayos de granulometría</i> .....	24
<b>Tabla 18</b> <i>Resumen de ensayo de límites de Atterberg</i> .....	25
<b>Tabla 19</b> <i>Clasificación SUCS de la zona de estudio</i> .....	26
<b>Tabla 20</b> <i>Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de alcantarillado</i> .....	28
<b>Tabla 21</b> <i>Población existente en la parroquia de Sangolquí, en los años 1990,2001 y 2010</i> .....	29
<b>Tabla 22</b> <i>Incremento de hombre y mujeres en la parroquia de Sangolquí entre 1990 y 2010</i> .....	29
<b>Tabla 23</b> <i>Calculo de la población futura por cuatro métodos</i> .....	30
<b>Tabla 24</b> <i>Niveles de servicio para disposición de excretas residuos líquidos</i> .....	32
<b>Tabla 25</b> <i>Dotación recomendada de acuerdo al número de habitantes y al clima</i> .....	33
<b>Tabla 26</b> <i>Resumen del catastro realizado en la zona de estudio</i> .....	39
<b>Tabla 27</b> <i>Características de los pozos que contienen acometidas</i> .....	42
<b>Tabla 28</b> <i>Cuadro de resumen de la evaluación del sistema actual de alcantarillado</i> .....	51
<b>Tabla 29</b> <i>Coefficientes de retorno de aguas servidas domésticas</i> .....	71
<b>Tabla 30</b> <i>Factor de infiltración dependiendo del nivel de complejidad del sistema</i> .....	73
<b>Tabla 31</b> <i>Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial</i> .....	74
<b>Tabla 32</b> <i>Aportes máximos por conexiones erradas sin sistema pluvial</i> .....	74
<b>Tabla 33</b> <i>Valores de coeficiente de escurrimiento</i> .....	75
<b>Tabla 34</b> <i>Valores de C para diferentes tipos de suelo</i> .....	76
<b>Tabla 35</b> <i>Calculo del coeficiente de escurrimiento ponderado, Tramo 1 – Town House</i> .....	77
<b>Tabla 36</b> <i>Zonificación de intensidades</i> .....	79
<b>Tabla 37</b> <i>Intensidades máximas en 24 horas (mm/h)</i> .....	81
<b>Tabla 38</b> <i>Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad</i> .....	83
<b>Tabla 39</b> <i>Diámetros recomendados para pozos de revisión</i> .....	83
<b>Tabla 40</b> <i>Distancia máxima en función de la tubería</i> .....	84
<b>Tabla 41</b> <i>Datos comparativos de alcantarillado pluvial PVC en el programa SewerCAD</i> ....	90

<b>Tabla 42</b> <i>Datos comparativos de alcantarillado sanitario PVC en el programa SewerCAD</i>	.94
<b>Tabla 43</b> <i>Datos comparativos de alcantarillado pluvial H.S en el programa SewerCAD</i>	..... 98
<b>Tabla 44</b> <i>Datos comparativos de alcantarillado sanitario H.S en el programa SewerCAD</i>	.102
<b>Tabla 45</b> <i>Resumen presupuesto referencial</i>	.....107

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Urbanización Los Chillos y Zona Este del barrio Jatumpungo.....	1
<b>Figura 2.</b> Ubicación de estaciones meteorológicas. ....	6
<b>Figura 3.</b> Verificación de topografía con GPS.....	8
<b>Figura 4.</b> Resultado porcentual de tipo de vivienda .....	11
<b>Figura 5.</b> Resultado de tenencia de la vivienda.....	12
<b>Figura 6.</b> Resultado porcentual de sistema constructivo de viviendas .....	12
<b>Figura 7.</b> Resultados porcentuales del número de viviendas.....	13
<b>Figura 8.</b> Resultados porcentuales de número de personas por vivienda .....	14
<b>Figura 9.</b> Resultados porcentuales de los servicios de la vivienda .....	15
<b>Figura 10.</b> Valor de pago de luz eléctrica.....	16
<b>Figura 11.</b> Resultados porcentuales de disponibilidad de agua .....	17
<b>Figura 12.</b> Valor promedio del pago de agua potable .....	17
<b>Figura 13.</b> Resultado porcentual del uso de agua potable .....	18
<b>Figura 14.</b> Excavación con máquina .....	20
<b>Figura 15.</b> Excavación de calicata.....	20
<b>Figura 16.</b> Muestra inalteradas .....	20
<b>Figura 17.</b> Calicata terminada para extracción de muestras .....	20
<b>Figura 18.</b> Curva granulométrica M1 .....	22
<b>Figura 19.</b> Curva granulométrica M2 .....	22
<b>Figura 20.</b> Curva granulométrica M3 .....	23
<b>Figura 21.</b> Curva granulométrica M4.....	23
<b>Figura 22.</b> Curva granulométrica M5 .....	24
<b>Figura 23.</b> Consumos Anuales .....	34
<b>Figura 24.</b> Resultados de toma de muestras durante 7 días en las calles Orquídea y Nardos .	35
<b>Figura 25.</b> Datos tomados durante 7 días.....	35
<b>Figura 26.</b> Esquema del sistema de alcantarillado combinado actual .....	38
<b>Figura 27.</b> Interiores del Pozo N° 2, sin revestimiento .....	40
<b>Figura 28.</b> Pozo N° 120. Acometida Domiciliaria .....	41
<b>Figura 29.</b> Pozo N° 84. Residuos sólidos en pozo de revisión .....	41
<b>Figura 30.</b> Pozo N° 81. Presencia de raíces en su interior.....	43
<b>Figura 31.</b> Pozo N° 133. Presencia de raíces en la tubería .....	43
<b>Figura 32.</b> Sumidero N° 132. Taponado con tierra y hojas secas .....	44
<b>Figura 33.</b> Tuberías con pigmento rojo .....	44
<b>Figura 34.</b> Pozo con pigmento rojo .....	44
<b>Figura 35.</b> Descarga N° 1 Calle Anturios .....	45
<b>Figura 36.</b> Descarga N° 2 Calle Begonias .....	45
<b>Figura 37.</b> Presencia de grietas en las uniones de las tuberías.....	47
<b>Figura 38.</b> Tubería agrietada tramos entre los pozos 55 y 56.....	47
<b>Figura 39.</b> Presencia de raíces en tramo de tubería. Pozos 37 y 36 .....	48
<b>Figura 40.</b> Tramo de tubería en mal estado. Pozos 64 y 65.....	49
<b>Figura 41.</b> Presencia de zorrillo en pozo 38.....	49

<b>Figura 42.</b> Presencia de raíces en el interior de tramo de tubería entre los pozos 38 y 41 .....	50
<b>Figura 43.</b> Grafica de los diferentes valores de coeficiente de escurrimientos obtenido .....	78
<b>Figura 44.</b> Curvas de Intensidad - duración estación Izobamba .....	80
<b>Figura 45.</b> Curvas IDF - Izobamba.....	81
<b>Figura 46.</b> Detalle en planta de pozo tipo B1.....	87
<b>Figura 47.</b> Detalle conexión domiciliaria .....	88
<b>Figura 48.</b> Detalle de pozo de revisión Pluvial .....	89
<b>Figura 49.</b> Detalle de sumidero .....	89



## RESUMEN

En el presente proyecto se realizó el diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario, en la Urbanización Los Chillos y la zona este del barrio Jatumpungo, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha. El proyecto inicia como un requerimiento realizado por la Dirección de proyectos del Departamento de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización (DAPAC-R) del Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Rumiñahui (GADMUR) a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Dentro de la información recabada para la ejecución del nuevo sistema de alcantarillado se encuentran los estudios realizados en campo, para lo cual se inició con una encuesta socioeconómica a los moradores del sector, seguido del levantamiento catastral de toda la zona que nos permitió constatar el estado actual de los pozos y tuberías. Con esta información se realizó el diseño del sistema de alcantarillado, los planos de diseño, el presupuesto referencial para las dos alternativas que son el diseño de alcantarillado separado y pluvial, en Hormigón Simple y PVC, además los dos diseños fueron analizados con el software SewerCAD, finalmente se realizó una comparación en cuánto a costos, manejabilidad y durabilidad. Este proyecto fue realizado en base la normativa emitida por la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y las regulaciones y requerimientos proporcionados por el GADMUR.

### **PALABRAS CLAVES:**

- **URBANIZACIÓN LOS CHILLOS**
- **CATASTRO DE ALCANTARILLADO**
- **REDISEÑO DE ALCANTARILLADO**
- **SEWERCAD**

## ABSTRAC

In this project, storm and sanitary sewer design was made at "Los Chillos" Urbanization, located on the east zone of Jatumpungo Neighborhood in Rumiñahui canton, Pichincha Province. This project started as a requirement made by the "Dirección de proyectos del Departamento de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización (DAPAC-R)" of the "Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Rumiñahui (GADMUR)" to the "Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE". Within the information collected for the execution of the new sewerage system, are the studies carried out in the field. For wich started with socioeconomic survey of the residents of the area; followed by cadastral surveying of the entire zone, where the current state of wells and pipes could be verified. All this information precedes the design of the sewerage system; the design plans; and the referential budget for two alternatives, which are the redesign of separate system and storm sewer system, in Plain Concrete and PVC. In addition, the two designs were analyzed with the SewerCAD software, a comparison was finally made regarding costs, manageability and durability. This project was made based on the standard issued by the "Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA)", and the regulations and requirements provided by the GADMUR.

### KEY WORDS:

- **LOS CHILLOS URBANIZATION**
- **CADASTRE OF SEWER**
- **REDESIGN OF SEWER**
- **SEWERCAD**

## CAPÍTULO I

### 1.1. Antecedentes

La ubicación actual del proyecto es en la provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, Zona 8, Urbanización Los Chillos y parte Este del Barrio Jatumpungo en las coordenadas UTM: 786213 Este, 9961102 Norte. Limitando al Norte Barrio Selva Alegre, al Sur Barrio Carlos Gavilanes, al Este rio Santa Cara, al Oeste Barrio Jatumpungo (Figura 1)



*Figura 1.* Urbanización Los Chillos y Zona Este del barrio Jatumpungo

La Urbanización Los Chillos y la zona este del Barrio Jatumpungo, siendo sectores urbanos del Cantón Rumiñahui, en la actualidad poseen un sistema de alcantarillado combinado que tiene más de cuarenta años en funcionamiento y ya cumplió su vida útil generando una serie de problemas.

Una de las principales necesidades básicas para los habitantes de una zona residencial es el alcantarillado y un buen funcionamiento de este evita problemas de saneamiento y salud.

Frente al crecimiento poblacional y debido a que el sistema de alcantarillado existente ha sobrepasado el tiempo de vida útil, el Departamento de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Rumiñahui (DAPAC – R), preocupado por los posibles problemas que viene sucintándose en la zona y en su afán de precautelar la seguridad e integridad de sus habitantes ha decidido que se realice un nuevo diseño sanitario completo para la Urbanización Los Chillos y parte de la zona este del Barrio Jatumpungo, razón por la cual la DAPAC-R solicito a la Universidad de la Fuerzas Armadas y específicamente a la carrera de Ingeniería Civil el apoyo para el rediseño de la red de alcantarillado separado para esta zona.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Actualmente la red de alcantarillado de la Urbanización Los Chillos y la Zona Este del Barrio Jatumpungo, tiene más de 40 años en funcionamiento y ha superado el horizonte de diseño, ya que ha presentado colapso en las tuberías de hormigón por lo que se presume deterioro de algunos tramos de la red. Además, en temporada de invierno las tuberías tienen una capacidad ineficiente para conducir las aguas producidas por la lluvia, lo que motiva el planteamiento por parte del DAPAC-R, para realizar la evaluación del actual sistema, y diseño del nuevo sistema de alcantarillado separado.

### **1.2. Justificación e importancia**

El proyecto a ejecutarse contribuirá con la mejora y el buen funcionamiento de la red de alcantarillado de la Urbanización Los Chillos y la zona este del Barrio Jatumpungo, ya que al tener más de cuarenta años de funcionamiento y de haber cumplido el tiempo de vida útil esta

red está presentado una serie de problemas mismos que han sido notificados por los residentes de la zona, además en época de invierno no permiten el rápido desalojo de aguas lluvia.

Actualmente en este sector viven alrededor de 1800 personas, mismas que serán beneficiados con este proyecto.

Con el planteamiento de este tema se pretende disminuir los problemas de saneamiento existentes y así poder precautelar la seguridad e integridad de los habitantes del sector.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar y diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial para la Urbanización Los Chillos y la Zona Este del Barrio Jatumpungo, Cantón Rumiñahui acorde a la tecnología moderna, para satisfacer las necesidades de los residentes.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

1. Verificar la altimetría del eje del sistema de alcantarillado combinado, para la implantación del nuevo diseño.
2. Levantar el catastro de todo el sistema de alcantarillado de la Urbanización Los Chillos y la zona este del Barrio Jatumpungo, con el apoyo de la tecnología existente, en tramos críticos de las tuberías, para analizar el actual sistema y determinar las posibles soluciones.
3. Calcular el caudal de diseño mediante aportaciones del caudal sanitario de aguas doméstica, infiltración, conexiones ilícitas e industrial, para controlar velocidades mínima y máxima en cada tramo del sistema de alcantarillado de la de la Urbanización Los Chillos y la zona este del Barrio Jatumpungo.

4. Ejecutar un modelamiento de las dos alternativas de mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, mediante el uso del software y comprobar los resultados obtenidos mediante una hoja electrónica en EXCEL.
5. Realizar un presupuesto referencial de las posibles alternativas encontradas del rediseño del sistema de alcantarillado por separado, para determinar la viabilidad del proyecto.

#### **1.4. Metas**

1. Planos topográficos de la zona en escala 1: 2000 de 85 hectáreas de la Urbanización Los Chillos y la zona este del Barrio Jatumpungo.
2. Planos del actual sistema de alcantarillado, en escala 1: 2000, de la Urbanización Los Chillos y la zona este del Barrio Jatumpungo.
3. Calcular los caudales de diseño de la Urbanización Los Chillos y la zona este del Barrio Jatumpungo.
4. Optimizar el sistema de alcantarillado de la Urbanización Los Chillos y la zona este del Barrio Jatumpungo.
5. Definir tipo de material, diámetros y costo del proyecto para el mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

#### **1.5. Alcance del proyecto**

La finalidad del presente proyecto es presentar un diseño óptimo, que sea viable tanto en términos técnicos como económicos, definir qué los diseños realizados van acorde con las necesidades del sector, obteniendo así no solo las propuestas calculadas sino también el presupuesto referencial de cada una de ellas. Todo esto quedará plasmado en la memoria de cálculo.

## CAPÍTULO II

### 2.1. Hidrología

El cantón Rumiñahui se encuentra ubicado en el Sistema del río Esmeraldas, sub-cuenca del río Guayllabamba y dentro del cantón se encuentran las microcuencas de los ríos: Santa Clara, San Nicolás, El Salto, Capelo; quebradas: Suruhaycu, Santa Ana y drenajes. (Gadmur - Rumiñahui, 2012, pág. 60)

**Tabla 1**  
*División Hidrográfica Cantón Rumiñahui*

Microcuenca	Área Km <sup>2</sup>
<b>Río Santa Clara</b>	49,32
<b>Drenajes menores</b>	30,38
<b>Río San Nicolás</b>	26,25
<b>Río Pedregal</b>	0,0003
<b>Río Capelo</b>	3,48
<b>Río Salto</b>	9,07
<b>Quebrada Suruhaycu</b>	16,9
<b>Quebrada Santa Ana</b>	0,23

Fuente: (Gadmur, Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial, 2014, pág. 60)

El Cantón Rumiñahui cuenta con 12 vertientes y 6 pozos que producen 511,31 l/s, para consumo humano, siendo uno de los cantones con mayor cobertura del servicio de agua potable alcanzando el 96% del Cantón (Gadmur, Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial, 2014, pág. 63)

## 2.2. Climatología

### 2.2.1. Información climática

El Cantón Rumiñahui presenta tres tipos de clima: Ecuatorial frío húmedo, Ecuatorial Mesotérmico húmedo y Páramo (Gadmur, Rumiñahui Gobierno Municipal, 2014, pág. 37). En el presente proyecto se utilizará la estación meteorológica IZOBAMBA por encontrarse a 13,6 Km y ser la más cercana al sitio de estudio, los datos a emplearse serán obtenidos en la página oficial del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI.



**Figura 2.** Ubicación de estaciones meteorológicas.

En la tabla 2 se presentan los datos de la estación meteorológica utilizada.

**Tabla 2**

*Datos de la estación metereológica Izobamba*

Estación metereológica Izobamba					
Código	Tipo	Zona Hidro.	Latitud	Longitud	Altitud (m)
M0003	AP	80	0°22'0"	78°33'0"	3058

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI, 2014, pág. 18)



### 2.2.2. Información de Temperatura

Se detalla la en la tabla 2 la información obtenida de temperatura en la estación Izobamba que corresponde al mes de marzo de 2019.

**Tabla 3**

*Valores de temperatura*

<b>Temperatura (°C )</b>				
<b>Estación</b>	<b>Normal</b>	<b>Mes</b>	<b>Máxima Absoluta</b>	<b>Mínima Absoluta</b>
Izobamba	12,4	13,1	20,6	6,0

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI, 2019, pág. 19)

### 2.2.3. Precipitación

La precipitación media anual es de 1000 mm, siendo los meses de abril y octubre los de mayor precipitación, esto hace que la zona sea muy fértil y el paisaje se conserve siempre verde. (Gadmur, Rumiñahui Gobierno Municipal, 2014, pág. 37)

Los datos emitidos en el boletín del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la estación meteorológica Izobamba correspondiente al mes de marzo de 2019 se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Valores de precipitación mensual*

<b>Precipitación (mm)</b>				
<b>Estación</b>	<b>Normal</b>	<b>Mes</b>	<b>VAR %</b>	<b>Máxima 24h</b>
Izobamba	180,8	235,1	30	40,1

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI, 2019, pág. 6)

## 2.3. Estudios topográficos

### 2.3.1. Planimetría y Altimetría del área

Tanto Altimetría y Planimetría de la zona de estudio fue entregada por el Departamento de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Rumiñahui, para verificar la información se realizó una determinación GPS de puntos ya conocidos, comparándolos con los valores actuales obtenidos los resultados nos muestran que en todos los puntos existe un error de 2m, el cual es admisible y para el presente proyecto se procede a trabajar con la topografía facilitada por DAPAC-R.



*Figura 3.* Verificación de topografía con GPS

### 2.4. Tamaño de la muestra

La muestra no es más que un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. La muestra es una parte representativa de la población. (Lopez, 2004, pág. 1)

### 2.4.1. Tamaño de muestras finitas

Para el cálculo de tamaño de muestra cuando el universo es finito, es decir contable y la variable de tipo categórica, primero debe conocer "N" o sea el número total de casos esperados o que ha habido en años anteriores. (Castellanos, 2012, pág. 1)

Para una población finita se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad \text{Ec. 2.1}$$

Donde:

N: Total de la población

Z<sup>2</sup>: Nivel de seguridad (para un nivel de seguridad del 95% es 1,96)

p: proporción esperada

q: 1-p

d: precisión

En el presente proyecto se utilizaron los siguientes datos:

N= 558 Viviendas

Z<sup>2</sup>= 1,96

p = 0,05

q= 0,95

d = 0,05

$$n = \frac{558 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 * (558 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95} \quad \text{Ec. 2.2}$$

$$n = 64,657 \text{ encuestas} = \mathbf{65 \text{ encuestas}}$$

Obtenido el número de encuestas a ser aplicadas, se formulan las preguntas que deberán ser respondidas por los moradores del sector.

## 2.5. Encuesta Socio Económica

Con el fin de recabar información necesaria se realizó la encuesta socioeconómica a los habitantes de La Urbanización Los Chillos el día 05 de febrero al 15 de febrero de 2019, a continuación, se muestra lo ítems que contenía la encuesta:

- Información de la localidad
- Información de la Vivienda
  - Tipo de vivienda
  - Tenencia de vivienda
  - Sistema constructivo
  - Número de pisos
  - Servicios básicos (agua, luz, alcantarillado, teléfono, internet)
- Información sobre la familia
- Abastecimiento de agua potable
- Población total

### Pregunta 1.- ¿Qué tipo de vivienda que posee?

En las siguientes tablas se presentarán los resultados obtenidos en las encuestas.

**Tabla 5**  
*Tipos de viviendas*

<b>Opciones</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
a. Casa Unifamiliar	63	96,92%
b. Departamento	0	0,00%
c. Cuartos de inquilinato	0	0,00%
d. Mediagua	2	3,08%
Total	65	100,00%



**Figura 4.** Resultado porcentual de tipo de vivienda

El sector de estudio está constituido por 558 lotes con viviendas y 84 lotes baldíos de 624 lotes, por lo que podemos observar en los resultados gran parte de las viviendas son casas unifamiliares teniendo así un 63,64% de la muestra total encuestada.

**Pregunta 2.- ¿Tenencia de la Vivienda?**

**Tabla 6**

*Tenencia de la vivienda*

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a. Propia	60	92,31%
b. Arrendada	5	7,69%
TOTAL	65	100%



**Figura 5.** Resultado de tenencia de la vivienda

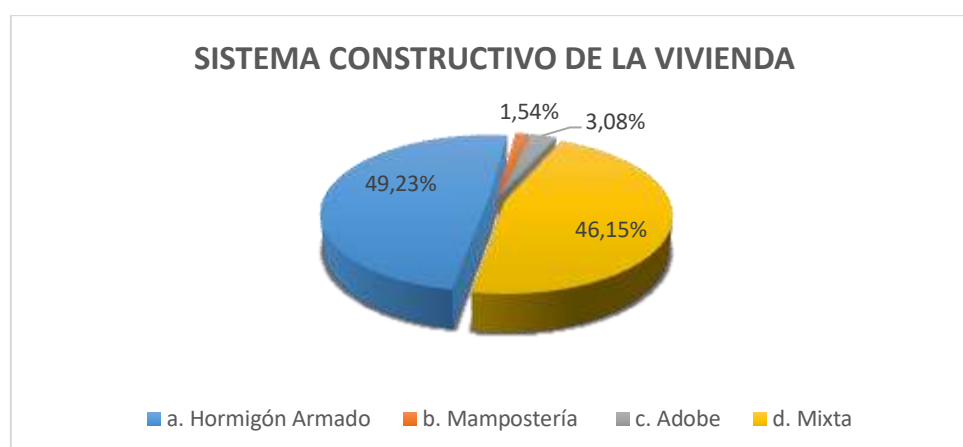
Haciendo énfasis en los resultados, observamos que el 60,61% de los encuestados posee vivienda propia, mientras que el 5,05 vive arrendando o al cuidado de alguna casa.

**Pregunta 3.- ¿Cuál es el sistema constructivo de su vivienda?**

**Tabla 7**

*Sistema constructivo de las viviendas*

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a. Hormigón Armado	32	49,23%
b. Mampostería	1	1,54%
c. Adobe	2	3,08%
d. Mixta	30	46,15%
Total	65	100,00%



**Figura 6.** Resultado porcentual de sistema constructivo de viviendas

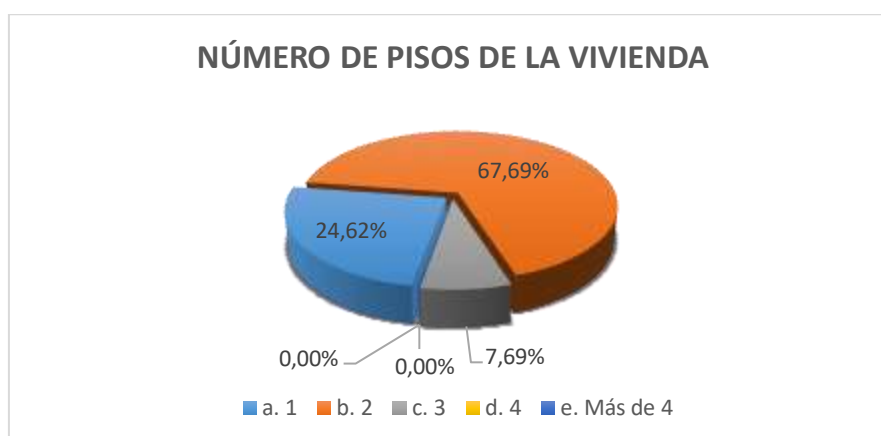
En lo que se refiere al sistema constructivo del sector de análisis se puede observar que existe mayor variedad al obtener un 49,23% de viviendas de hormigón armado, como segundo en la lista tenemos a las construcciones mixtas ocupando un 46,15% del valor total de la encuesta, estas edificaciones mixtas son la combinación de hormigón con madera u hormigón con estructura metálica; en cuanto a los dos valores restantes podemos observar que no son significativos ya que muestran un 3,08% en construcciones de mampostería y 1,54% en construcciones en adobe.

#### Pregunta 4.- ¿Cuántos pisos posee su vivienda?

**Tabla 8**

*Número de pisos de la vivienda*

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a. 1	16	24,62%
b. 2	44	67,69%
c. 3	5	7,69%
d. 4	0	0,00%
e. Más de 4	0	0,00%
Total	65	100,00%



**Figura 7.** Resultados porcentuales del número de viviendas

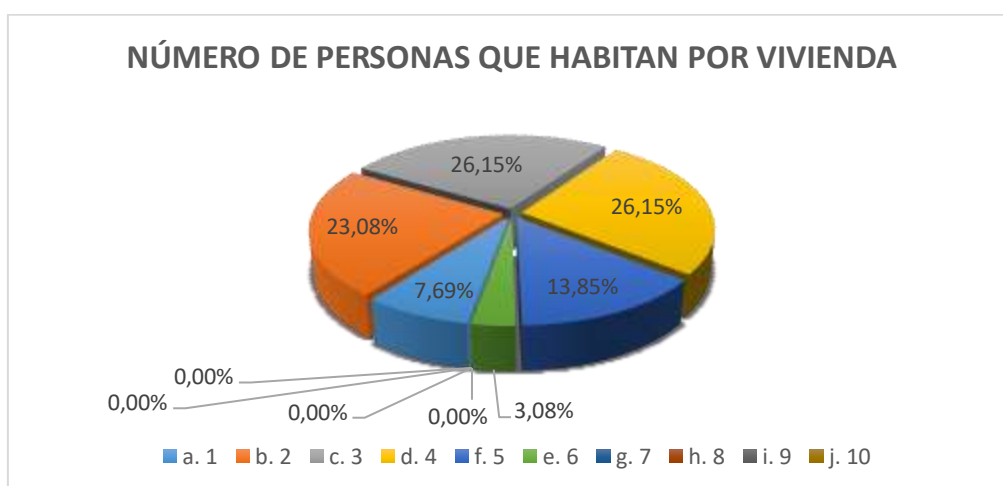
De acuerdo con los resultados se puede apreciar claramente que en el lugar de estudio existe una gran mayoría de edificaciones de 2 pisos, ocupado así el 67,69% del valor total de encuestados, el 24,62 % posee viviendas de un piso, algunas con proyección para construir más adelante; solo una pequeña parte de la muestra que es 7,69% posee viviendas de tres pisos.

### Pregunta 5.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?

**Tabla 9**

*Número de personas que habitan en la vivienda*

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a. 1	5	7,69%
b. 2	15	23,08%
c. 3	17	26,15%
d. 4	17	26,15%
f. 5	9	13,85%
e. 6	2	3,08%
g. 7	0	0,00%
h. 8	0	0,00%
i. 9	0	0,00%
j. 10	0	0,00%
Total	65	100,00%



**Figura 8.** Resultados porcentuales de número de personas por vivienda



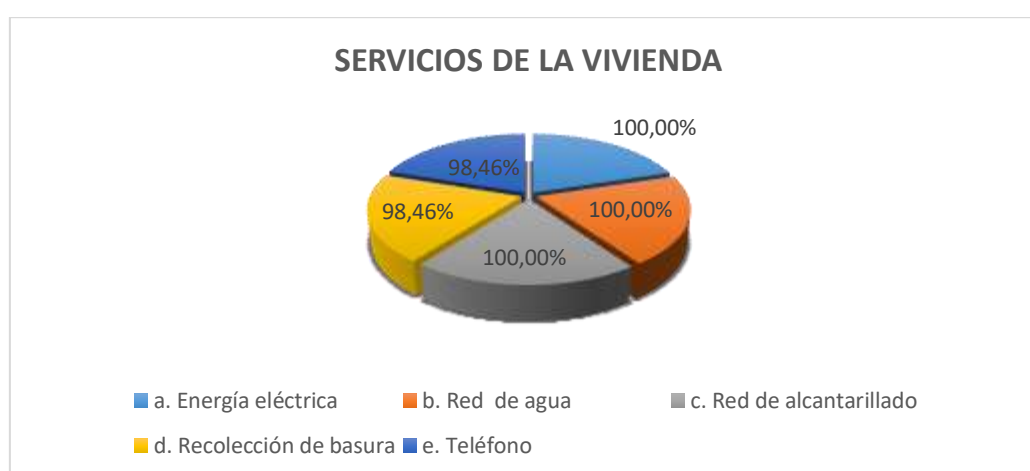
Las viviendas en el sector de estudio esta habitadas en gran parte por tres y cuatro personas así podemos observar en los resultados dando un 26, 15% igual para los dos, con un 23,08% tenemos a las viviendas que están habitadas por dos personas, y un 13,85% y 7,695 habitadas por cinco y seis personas respectivamente.

### Pregunta 6.- ¿Qué servicios básicos posee la vivienda?

**Tabla 10**

*Servicios de la vivienda*

Opciones	a. Si	b. No	Porcentaje	
a. Energía eléctrica	65	0	100%	0,00%
b. Red de agua	65	0	100%	0,00%
c. Red de alcantarillado	65	0	100%	0,00%
d. Recolección de basura	64	1	98,46%	1,54%
e. Teléfono	64	1	98,46%	1,54%



**Figura 9.** Resultados porcentuales de los servicios de la vivienda

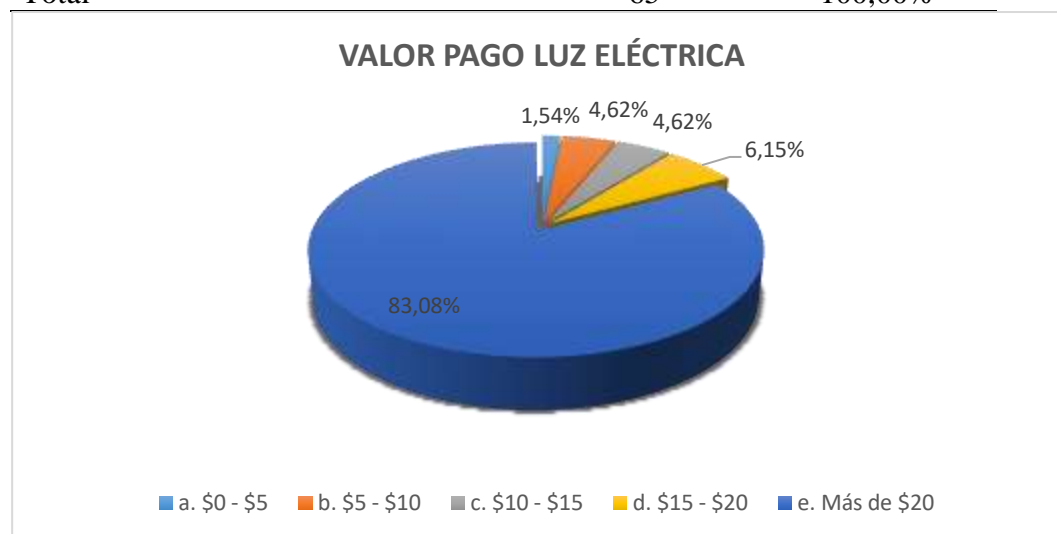
Al encontrarse en un sector residencial urbano las viviendas encuestadas cuentan con todos los servicios básicos, excepción de dos viviendas que dieron a conocer que no poseen recolección de basura y servicio de teléfono.

**Pregunta 7.- ¿Entre que valores se encuentra el pago de la planilla de luz eléctrica?**

**Tabla 11**

*Valor de pago de luz eléctrica*

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a. \$0 - \$5	1	1,54%
b. \$5 - \$10	3	4,62%
c. \$10 - \$15	3	4,62%
d. \$15 - \$20	4	6,15%
e. Más de \$20	54	83,08%
Total	65	100,00%



**Figura 10.** Valor de pago de luz eléctrica

El valor del pago de la planilla de luz eléctrica en el sector de estudio es alto, el consumo de energía es elevado por lo que se tiene un 83,08% de viviendas que pagan más de \$20 dólares, 6,15% pagan un valor entre 15 y 20 dólares y los demás valores son bajos de 15 dólares.

**Pregunta 8.- ¿Dispone de agua todos los días en la vivienda?**

**Tabla 12**

*Disponibilidad de agua todos los días*

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a. Si	65	100,00%
b. No	0	0,00%
Total		100,00%



**Figura 11.** Resultados porcentuales de disponibilidad de agua

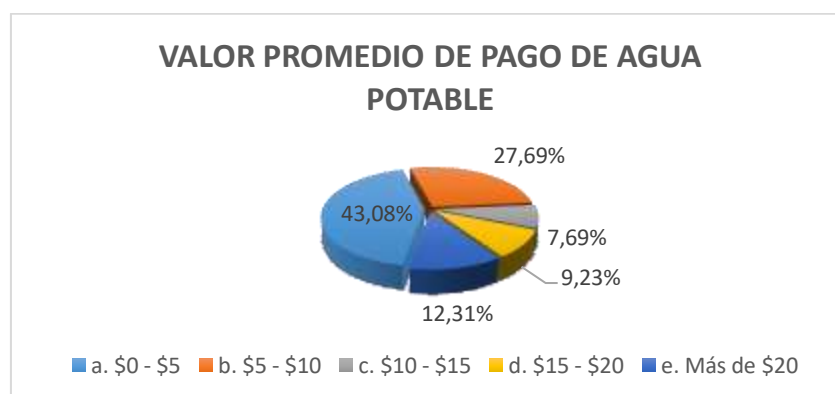
Como se mencionó con anterioridad el lugar de estudio se encuentra en una zona urbana por lo tanto poseen del servicio de agua potable todos los días las 24 horas.

**Pregunta 9.- ¿Entre que valores se encuentra el pago de la planilla de agua potable?**

**Tabla 13**

*Valor promedio de pago de agua potable*

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a. \$0 - \$5	28	43,08%
b. \$5 - \$10	18	27,69%
c. \$10 - \$15	5	7,69%
d. \$15 - \$20	6	9,23%
e. Más de \$20	8	12,31%
Total		100,00%



**Figura 12.** Valor promedio del pago de agua potable

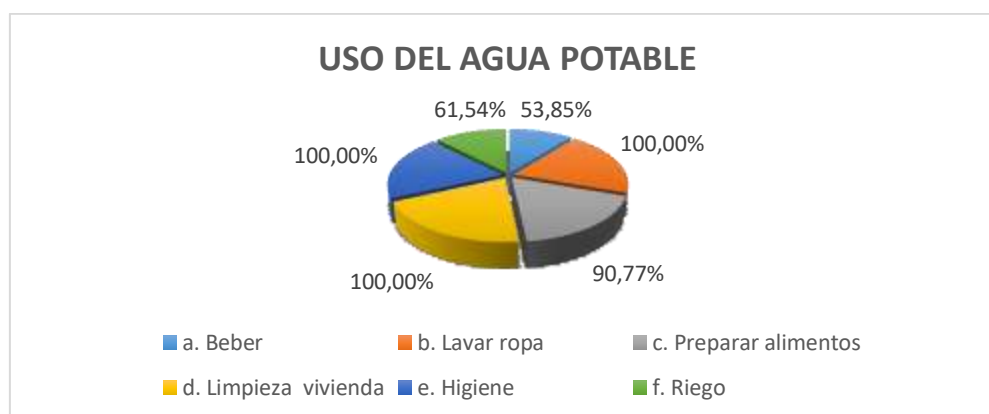
El consumo de agua en el sitio de estudio es igualmente elevado, por lo que el 43,08% de los encuestados realiza un pago de su planilla con un valor mayor a \$ 20 dólares, la razón por la que el consumo es alto es que en el sector de estudio existen casas con piscina, cisterna para almacenar el agua, un 27,69% realiza un pago entre \$5 y \$10 dólares.

### Pregunta 10.- ¿Qué usos le da al agua potable?

**Tabla 14**

*Uso del agua potable*

Opciones	a. Si	b. No	Porcentaje	
a. Beber	35	30	53,85%	46,15%
b. Lavar ropa	65	0	100%	0,00%
c. Preparar alimentos	59	6	90,77%	9,23%
d. Limpieza vivienda	65	0	100%	0,00%
e. Higiene	65	0	100%	0,00%
f. Riego	40	25	61,54%	38,46%
g. Otros	36	29	10,77%	44,62%



**Figura 13.** Resultado porcentual del uso de agua potable

En el sitio de estudio son muy poco los encuestados que utilizan el agua proveniente de la red pública para beber ocupando así un 20% del total de la muestra, mientras que el resto del porcentaje se divide para otras actividades como son limpieza, higiene preparación de alimentos, limpieza de prensas de vestir, etc.

## 2.6. Geología del Sector

Geológicamente el cantón Rumiñahui se encuentra dentro del basamento del Graben por encontrarse entre los volcanes Pasochoa e Ilaló los cuales se agrupan a lo largo de la falla central de la depresión interandina. Geológicamente compuestas de la formación Cangagua, depósitos lahárítico, sedimentos chiche, depósitos aluviales y coluviales. (Rumiñahui, 2014)

### 2.6.1. Estudio de Suelo

Para el desarrollo del presente proyecto y con el fin de conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo se realizó la extracción de muestra en cinco diferentes puntos del sitio de estudio. Las muestras fueron extraídas a una profundidad de 1,50 metros, y llevadas al laboratorio para su respectivo análisis. Los ensayos realizados a las muestras son los siguientes:

- Humedad Natural
- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Clasificación SUCS

En la Tabla 15, podemos observar la localización del punto en donde fueron extraídas las muestras.

**Tabla 15**  
*Puntos de extracción de muestras*

<b>Muestra</b>	<b>Coordenada Norte</b>	<b>Coordenada Oeste</b>	<b>Altimetría (msnm)</b>	<b>Profundidad (m)</b>
M1	786548,40	9960023,30	2600	1,50m
M2	786751,60	9960973,00	2574	1,50m
M3	785891,50	9961175,70	2542	1,50m
M4	786053,00	9961175,7	2552	1,50m
M5	785869,20	9960898,20	2560	1,50m

La toma de muestras se realizó el día 15 de julio de 2019, para la realización de este trabajo se contó con el apoyo de personal proporcionado por el GADMUR, además para alcanzar la profundidad deseada fue necesaria la utilización de una retroexcavadora. Una vez obtenidos las calicatas pertinentes, se procedió a tomar las muestras con cuidado para no alterar las características y propiedades físicas de las mismas. Las muestras fueron transportadas al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, en donde se realizaron los ensayos ya mencionados.



**Figura 15.** Excavación de calicata



**Figura 14.** Excavación con máquina



**Figura 17.** Calicata terminada para extracción de muestras



**Figura 16.** Muestra inalteradas

## 2.6.1. Descripción de ensayos

### 2.6.1.1. Humedad Natural

La humedad natural del suelo es una propiedad física que se puede obtener a través de la relación entre el peso del agua y peso seco del suelo. Con este ensayo podemos saber la cantidad de agua que posee el suelo.

Para determinar el contenido de humedad natural se utilizó la normativa ASTM D-2216. En la Tabla 16, se presenta de manera más detallada el contenido de humedad de las cinco muestras. El cálculo completo del contenido de humedad se encuentra en el ANEXO A.

**Tabla 16**

*Contenido de humedad de muestras*

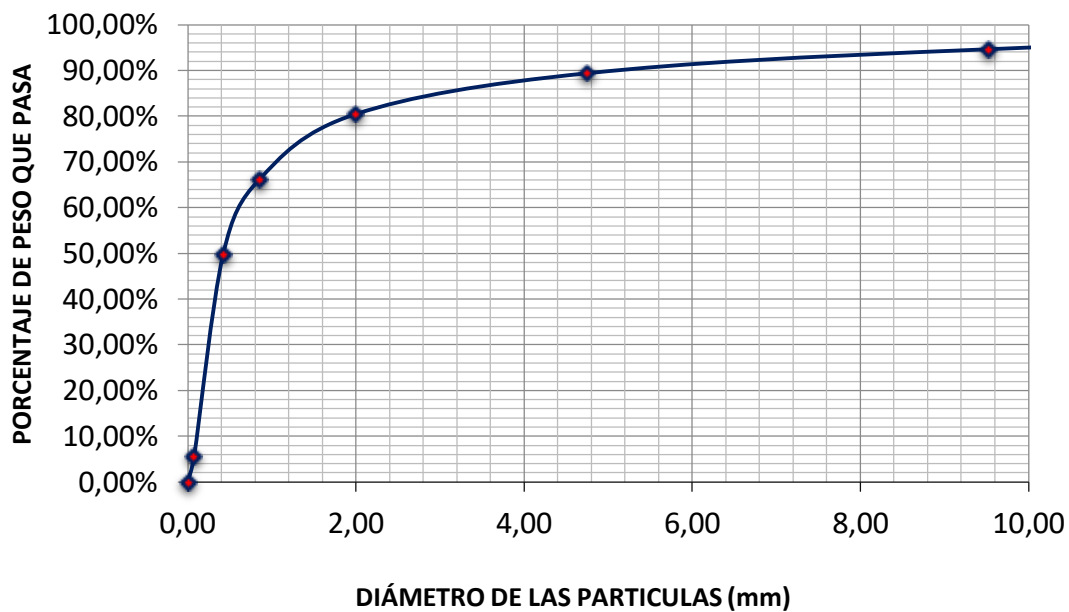
<b>Muestra</b>	<b>Contenido de Humedad</b>
M1	47,10%
M2	13,81%
M3	48,48%
M4	28,81%
M5	47,10%

### 2.6.1.2. Granulometría

La granulometría se realizó con el objetivo de determinar la distribución de los diferentes tamaños que componen el suelo en estudio, para esto se utilizó la norma ASTM D-422. Los detalles de cálculo se encuentran en el ANEXO A.

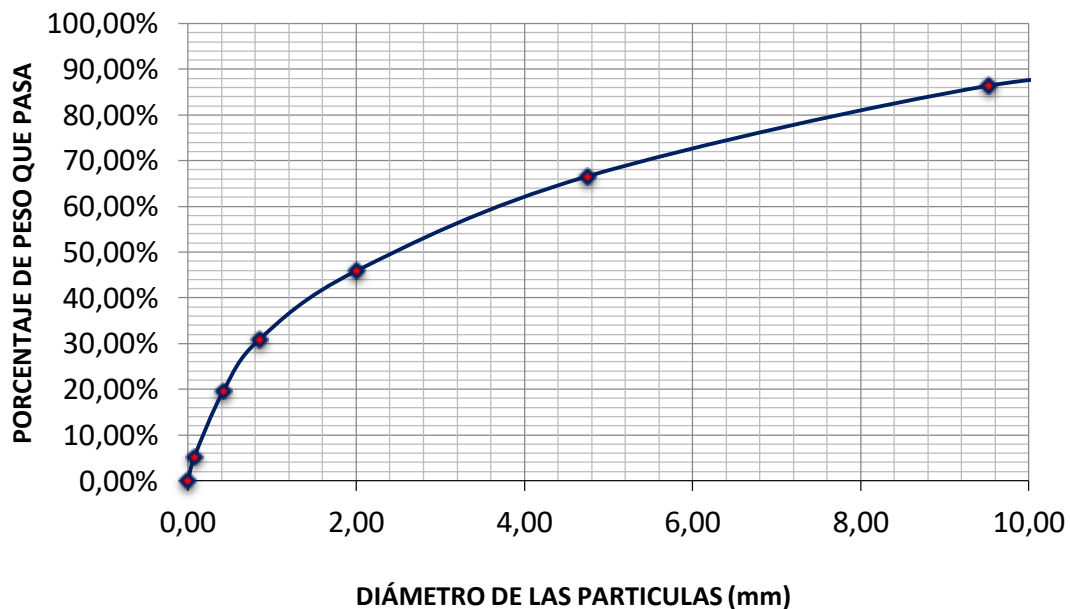
A continuación, se presentan las curvas granulométricas de la muestra M1, M2, M3, M4 y M5.

### CURVA GRANULOMETRICA



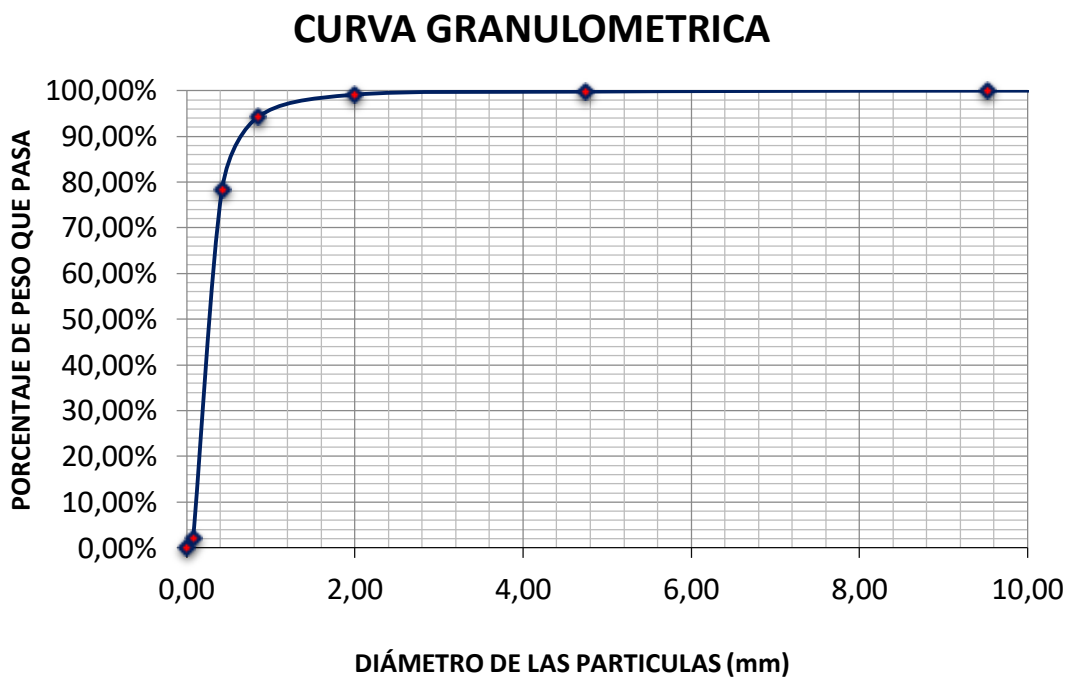
*Figura 18.* Curva granulométrica M1

### CURVA GRANULOMETRICA

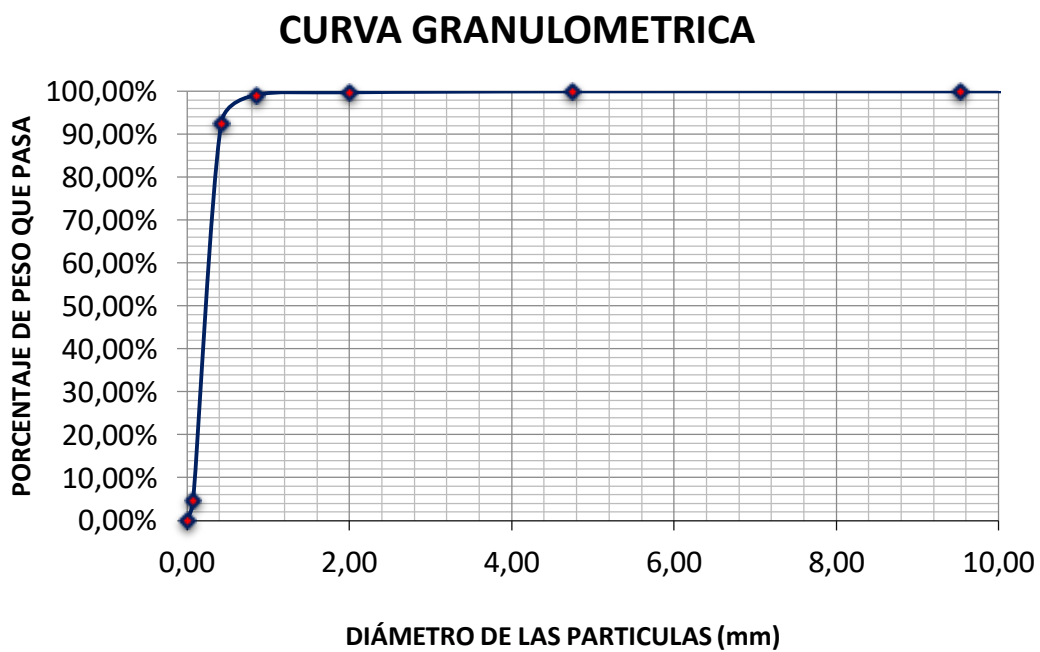


*Figura 19.* Curva granulométrica M2



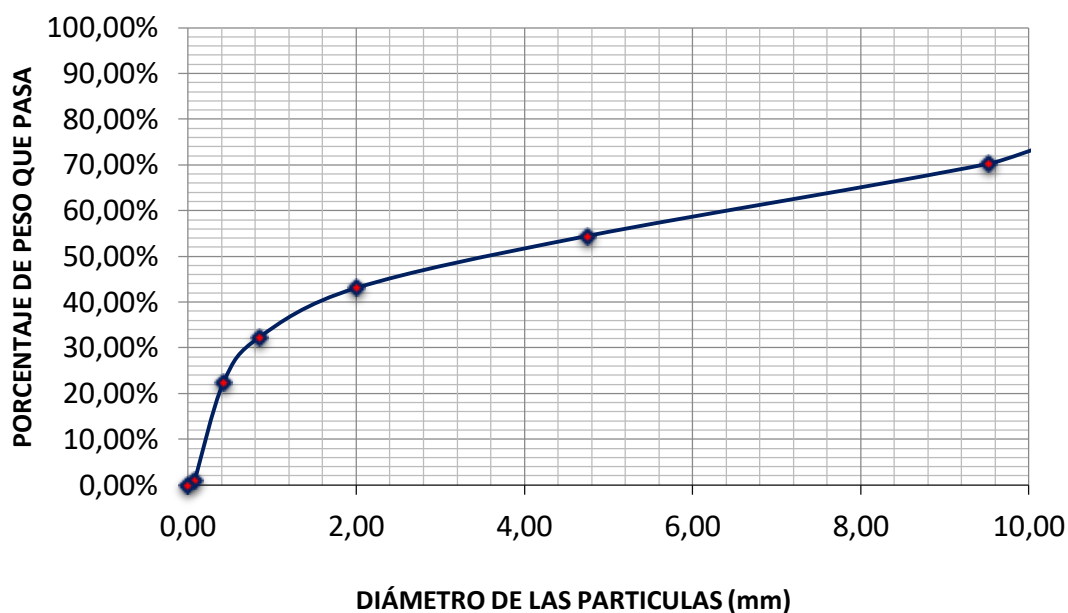


*Figura 20.* Curva granulométrica M3



*Figura 21.* Curva granulométrica M4

## CURVA GRANULOMETRICA



*Figura 22.* Curva granulométrica M5

En la Tabla 17 se muestra un resumen de los resultados obtenidos del ensayo de granulometría.

**Tabla 17**

*Resumen de ensayo de Granulometría.*

<b>Parámetros</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
Grava %	5,36	22,84	0	0	46,71
Arena %	74,79	66,23	93,08	94,66	58,56
Finos %	5,5	5,23	2,08	4,73	0,97
D10 (mm)	0,11	0,18	0,1	0,1	0,21
D30 (mm)	0,24	0,77	0,19	0,16	0,7
D60 (mm)	0,6	3,65	0,31	0,26	6,4
Cu	5,45	20,28	3,10	2,60	30,48
Cc	0,87	0,90	1,16	0,98	0,36

### 2.6.1.3.Límites de Atterberg

Límite Líquido (LL). Es el contenido de humedad requerido para que la muestra, en el aparato de Casagrande cierre una ranura de 12 de amplitud a los 25 golpes. (Duque & Escobar, 2002, pág. 34)

Límite Plástico (PL). Es el menor contenido de humedad para el cual el suelo se deja moldear. (Duque & Escobar, 2002, pág. 34)

Índice de plasticidad (IP). Se define como la diferencia de humedades entre el límite líquido, LL, o humedad por encima de la cual una masa no tiene la suficiente consistencia para ser moldeable, y el límite plástico, LP, o porcentaje mínimo de agua para hacer moldeable una masa. (Ginés, Feliu, García-Ten, & Sanz, 1997, pág. 3)

El cálculo de cada muestra se detalla en el ANEXO A. La Tabla 18 muestra los resultados del ensayo de límites de Atterberg de las muestras M1 y M2, las muestra M3, M4 y M5 no presenta resultados por ser arenas.

**Tabla 18**

*Resumen de ensayo de límites de Atterberg.*

<b>Parámetros</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
Límite líquido (LL) %	32,9	41,71	58,28	-	-
Límite plástico (PL) %	25,56	33,61	-	-	-
Índice de plasticidad (IP) %	7,34	8,1	-	-	-

Atterberg encontró que la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, denominado índice de plasticidad (IP), representaba una medida satisfactoria del grado de plasticidad de un suelo. Luego sugirió que estos dos límites sirvieran de base en la clasificación de los suelos plásticos. Acorde al valor del índice de plasticidad, distinguió los siguientes materiales. (Puy Santín, 2005, pág. 5)

<b>Poco plásticos</b>	<b><math>1 &lt; IP &lt; 7</math></b>
<b>Medianamente plásticos</b>	<b><math>7 &lt; IP &lt; 15</math></b>
<b>Altamente plásticos</b>	<b><math>IP &gt; 15</math></b>

La muestra M1 y M2 son suelos medianamente plásticos mientras que las muestras M3, M4 y M5 son suelos no plásticos.

#### **2.6.1.4. Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS)**

Los resultados obtenidos en los ensayos ayudaran a determinar el tipo de suelo de la zona en estudio, haciendo uso de la norma ASTM-2487. A continuación, en la Tabla 19 se muestra la clasificación correspondiente a la zona ya antes mencionada.

**Tabla 19**

*Clasificación SUCS de la zona de estudio*

<b>Muestra</b>	<b>Símbolo del grupo</b>	<b>Nombre del Grupo</b>
M1	SP-SM	Arena con limo y grava
M2	SP-SM	Arena con limo y grava
M3	SP	Arena mal graduada
M4	SP	Arena mal graduada
M5	SP	Arena gravosa

## **CAPÍTULO III**

### **3.1 Análisis poblacional**

Este análisis sirve para determinar el número de habitantes que residen en el área del proyecto, y de esta forma realizar un diseño correcto y eficiente que satisfaga la necesidad de los beneficiarios.

### **3.2 Población de diseño**

Para la estimación de la población de diseño se realizó una encuesta socioeconómica en el sector de proyecto. Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional tomaremos los datos del último censo realizado en el año 2010 para el cantón Rumiñahui, proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

#### **3.2.1. Población actual**

Los resultados finales de la tabulación de encuestas definieron que la población actual que reside en la zona del proyecto es de 1814 habitantes.

#### **3.2.2. Población económicamente activa**

La población económicamente activa (PEA), está integrada por todas las personas que al momento se encuentran con un empleo que genere ingresos económicos, o en caso de no tenerlo se lo esté buscado activamente.

### **3.3. Población futura**

La población futura es el número de habitantes que se obtendrá al final para el periodo de diseño. (Secretaría del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 272)

Para la determinación de la población futura se utilizarán los tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, comparativa, etc.).

### 3.4. Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo en el cual la obra a implantarse se encuentra funcionando en óptimas condiciones. Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos se diseñarán para un periodo de 20 años. (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 1997, pág. 19)

En la Tabla 20, se presenta la vida útil de diferentes tipos de materiales usados para un sistema de alcantarillado.

**Tabla 20**

*Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de alcantarillado*

<b>Componente</b>	<b>Vida útil (años)</b>
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Redes de distribución de acero o hierro dúctil	40 a 50
Redes de distribución de asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variable de acuerdo a especificaciones del fabricante

Fuente: (*Secretaría del Agua- SENAGUA, 2012, págs. 63,64*)

### 3.5. Tasa de crecimiento

Se utilizará la información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) proporcionada para la parroquia de Sangolquí de los años de 1990,2001 y 2010. En la Tabla 21, se observa la población existente por cada año de censo en la parroquia de Sangolquí, además

se presenta el incremento de hombres y mujeres, que ha tenido la parroquia en los mismos años en la Tabla 22.

**Tabla 21**

*Población existente en la parroquia de Sangolquí, en los años 1990,2001 y 2010.*

Código	Parroquia	Año	Habitantes		
			Hombres	Mujeres	Total
170550	Sangolquí	1990	21312	22085	43397
		2001	30611	31951	62562
		2010	39569	41571	81140

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC, 2010)

**Tabla 22**

*Incremento de hombres y mujeres en la parroquia de Sangolquí entre los años 1990 y 2010.*

Código	Parroquia	Periodo	Hombres	Mujeres	Total
170550	Sangolquí	1990-2001	3,29%	3,36%	3,33%
		2001-2010	2,85%	2,92%	2,89%

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC, 2010)

### 3.6. Estimación de la población futura

Para estimar la población futura utilizaremos tres métodos conocidos, dentro de los cuales se emplean la tasa de crecimiento anual, población actual y periodo de diseño. Estos tres métodos fueron tomados en base a la normativa de diseño proporcionada por la SENAGUA (Secretaría del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 64) para la estimación de la población futura.

- Método Geométrico  $Pf = Pa(1 + r)^n$  *Ec. 3.6.1*
- Método Aritmético  $Pf = Pa(1 + i * n)$  *Ec. 3.6.2*
- Método Exponencial  $Pf = Pa(e)^{i*n}$  *Ec. 3.6.3*

Dónde:

$Pf$ =Número de habitantes futuros

$Pa$ = Número actual de habitantes

$i$ = Tasa de crecimiento anual (%)

$n$ = Período de diseño (años)

En la Tabla 23, se observa la población futura para los tres métodos, tomando 25 años como periodo de diseño para el presente proyecto.

**Tabla 23**

*Calculo de la población futura, por cuatro métodos.*

<b>Período</b>	<b>Año</b>	<b>Método Geométrico</b>	<b>Método Aritmético</b>	<b>Método Exponencial</b>
0	2019	1814	1814	1814
1	2020	1866	1866	1867
2	2021	1920	1918	1921
3	2022	1975	1971	1978
4	2023	2032	2023	2036
5	2024	2091	2076	2095
6	2025	2152	2128	2157
7	2026	2214	2180	2220
8	2027	2278	2233	2285
9	2028	2344	2285	2352
10	2029	2411	2338	2421
11	2030	2481	2390	2492
12	2031	2553	2442	2565
13	2032	2626	2495	2640
14	2033	2702	2547	2718
15	2034	2780	2600	2798
16	2035	2861	2652	2880
17	2036	2943	2704	2964
18	2037	3029	2757	3051
19	2038	3116	2809	3140
20	2039	3206	2862	3233
21	2040	3299	2914	3327
22	2041	3394	2967	3425
23	2042	3492	3019	3525
24	2043	3593	3071	3629
25	2044	3697	3124	3735

Para el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, comparativo, etc.) que permitan establecer comparaciones que orienten el criterio del proyectista. La población futura se escogerá finalmente tomando en consideración, aspectos



económicos, geopolíticos y sociales que influyan en los movimientos demográficos. (Secretaría del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 64)

En la Tabla 23, se puede evidenciar que hay una gran diferencia entre los resultados de los diferentes métodos.

Tomando en cuenta los aspectos económicos del sitio de estudios en donde más del 50% de los predios superan los 800 m<sup>2</sup> lo que puede dar cabida a que existan varias construcciones en un mismo lote, se decide tomar como población futura la mayor, ya que un estudio debe contemplar que pueden existir más personas que las previstas en el cálculo, es por esa razón que para el presente proyecto se trabajará con una población futura de 3735 habitantes.

### **3.7. Densidad Poblacional Actual**

Densidad poblacional es la relación entre el número de habitantes que existe por lote actualmente en el lugar de estudio y el área de influencia directa en la que se encuentran.

$$Densidad Actual = \frac{Población Actual}{Área de influencia directa} \quad Ec. 3.7.1$$

$$Densidad Actual = \frac{1814 hab}{85 Ha} = 21,34 hab/Ha$$

### **3.8. Densidad Poblacional Futura**

Es la relación entre la población futura ya calculada anteriormente que es 3735 habitantes y el área de influencia que se mantiene en 85 Ha.

$$Densidad Futura = \frac{Población Futura}{Área de influencia directa} \quad Ec. 3.8.1$$

$$Densidad Futura = \frac{3735 \text{ hab}}{85 \text{ Ha}} = 43,94 \text{ hab/Ha}$$

### 3.9. Niveles de servicio

La secretaria del Agua en su normativa presenta los diferentes niveles de servicio aplicables con respecto a sistemas de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos (Secretaría del Agua- SENAGUA, 2012). En la Tabla 24, se pueden evidenciar dichos valores.

**Tabla 24**

*Nivel de servicio para disposición de excretas y residuos líquidos*

Nivel	Sistema	Descripción
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo con las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario.
	EE	
Ia	AP	Grifos públicos.
	EE	Letrinas sin arrastre de agua.
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa.
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario

Simbología utilizada:

AP: Agua Potable

EE: Eliminación de excretas

ERL: Eliminación de residuos sólidos

Fuente: (Secretaría Nacional del Agua, 2014, pág. 30)

Al momento en el sistema de nuestro lugar de estudio se encuentra funcionando con un nivel tipo IIB, y poseen para la eliminación de excretas y residuos un sistema de alcantarillado sanitario.

### 3.10. Dotación

La producción de agua para satisfacer las necesidades de la población y otros requerimientos, se fijará en base a estudios de las condiciones particulares de cada población. (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), 1992, pág. 66).

A continuación, se en la Tabla 25, podemos observar las diferentes dotaciones recomendadas por la norma.

**Tabla 25**

*Dotación recomendada de acuerdo con el número de habitantes y el clima*

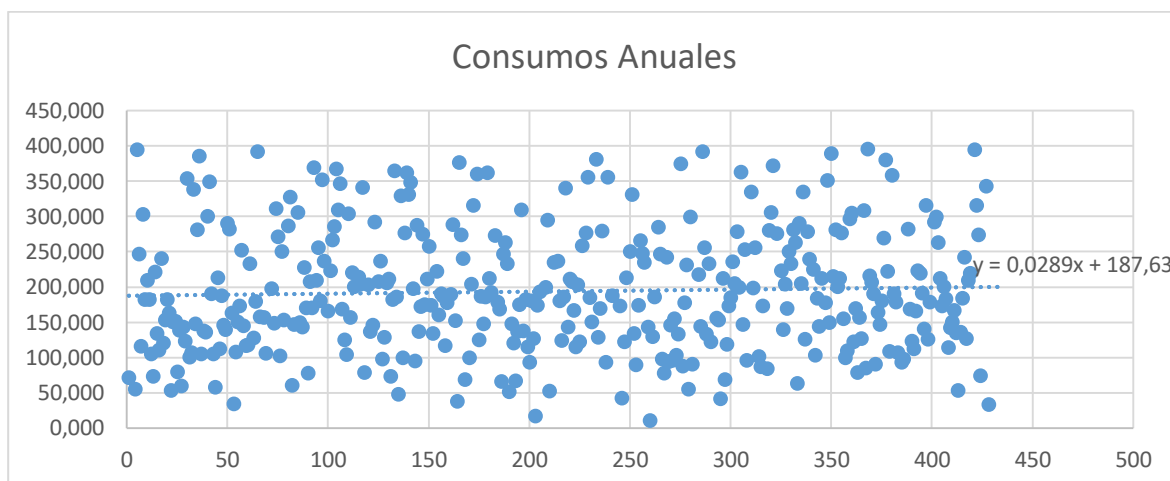
Población (habitantes)	Clima	Dotación Media Futura (l/hab./día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: (Secretaría del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 65)

La normativa establece que para seleccionar la dotación adecuada se debe tomar en consideración algunos parámetros como son: hábitos de consumo, uso de agua y costo de nivel de servicio. Razón por la cual se decidió realizar la lectura de medidores en dos diferentes manzanas de la zona de estudio.

### 3.10.1. Dotación actual promedio por planillas de consumo anual

Un método para determinar la dotación actual promedio es realizar una revisión de las planillas de agua emitidas a lo largo de un año, de todos los moradores del lugar de estudio (VER ANEXO C), con estos datos se obtuvo la dotación actual mostrada en la Figura 2.



*Figura 23.* Consumos Anuales

Una vez realizado este cálculo se obtiene que la dotación promedio es de 187,63 l/hab./día

### 3.10.2. Dotación actual promedio con lectura medidores

Para poder determinar la dotación actual se realizó la lectura de medidores durante siete días, a la misma hora, de dos manzanas diferentes del lugar de estudio. En la Figura 18, se muestra los resultados obtenidos.

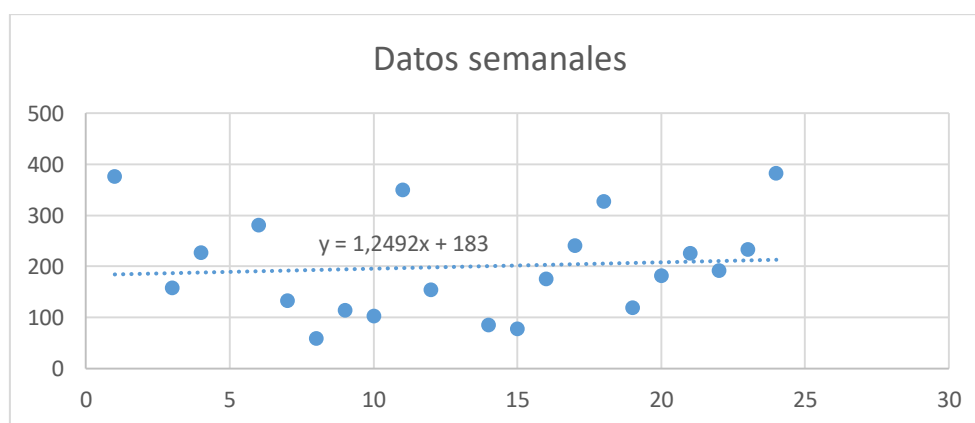
Calle de los Nardos - Siete días 7:15 am																	
Lote	N° de habitantes	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Lunes	
		m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros
1	4,5	2773	482	2778	441	2780	124	2781	467	2782	42	2783	449	2784	585	2785	325
2	0	0	695	0	695	0	695	0	695	0	695	0	695	0	695	0	695
3	4,5	2135	369	2136	291	2136	941	2137	317	2137	895	2138	921	2139	669	2140	336
4	4,5	3090	787	3091	267	3092	979	3093	623	3093	392	3905	664	3096	732	3097	921
6	4,5	6034	821	6036	153	6037	539	6038	819	6040	262	6041	543	6042	521	6043	678
7	4,5	6537	367	6537	882	6538	136	6538	649	6539	34	6539	716	6540	717	6541	534

Calle de las Orquídeas - Siete días 7:40 am																	
Lote	N° de habitantes	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Lunes	
		m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros	m3	litros
8	4,5	2917	632	2917	760	2917	872	2917	968	2918	316	2918	400	2919	168	2919	500
9	4,5	353	524	354	191	354	635	355	224	355	295	355	627	355	935	357	113
10	4,5	2898	764	2899	343	2899	934	2900	701	2901	123	2901	369	2901	649	2901	998
12	4,5	665	524	666	110	668	461	670	420	671	567	672	247	675	732	676	548
13	4,5	1580	178	1580	414	1581	38	1581	396	1581	985	1582	427	1583	874	1585	41
14	0	907	201	907	201	907	201	907	201	907	201	907	201	907	201	907	201
15	4,5	2072	179	2073	75	2073	365	2073	634	2073	901	2074	140	2074	363	2074	865
16	4,5	4754	298	4754	723	4754	980	4755	358	4755	625	4755	864	4755	897	4756	756

**Figura 24.** Resultados de toma de muestras durante 7 días en las calles Orquídea y Nardos

Con los resultados obtenidos durante de los siete días, con un número de 4,5 habitantes por vivienda como estipula la norma, se realizó una curva de tendencia con los resultados, obteniendo así la dotación.



**Figura 25.** Datos tomados durante 7 días

De acuerdo con este procedimiento la dotación promedio por habitante es de 183 l/hab./día.

Tomado en cuenta lo enunciado en la “Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes” y los dos análisis anteriormente mencionados se decide tomar como dotación 190 l/hab./día.

## CAPITULO IV

### **4. Catastro del sistema de alcantarillado existente**

El objetivo principal de realizar un catastro en cualquier zona de estudio, es identificar los elementos existentes en una red de alcantarillado, determinar el estado actual de los mismos, proporcionando así información necesaria para establecer si estos elementos están funcionando en optimas o estables condiciones o de caso contrario ayuda a identificar los lugares en donde es necesario cambiar o mejorara el diseño de estos elementos. Además de realizará una verificación si los diámetros de las tuberías cumplen o no con las dimensiones mínimas establecidas en la normativa proporcionada por la Secretaria del Agua- SENAGUA, a más de eso se pretende determinar si las condiciones actuales del de funcionamiento se encuentran dentro de las normas del GADMUR.

El catastro se realizó la semana del 01 al 08 de abril de 2019, con la colaboración del personal de DAPAC; este levantamiento permitió determinar que en la red actual existente en el sitio de estudio se encuentran 141 pozos de revisión conectados entre sí.

#### **4.2. Procedimientos y parámetros establecidos para el catastro de la red de alcantarillado existente.**

Como se mencionó anteriormente se revisaron 141 pozos y 259 sumideros para llevar acabo la evaluación física del sistema que existe actualmente en el lugar de estudio. Este procedimiento tuvo como objetivo realizar la planimetría de las redes de alcantarillado del sector, mismas que nos determinaran la ubicación geográfica, cota de tapa y cota de fondo del proyecto.

La planimetría de los pozos se encuentra en el ANEXO I, que corresponde a la red de alcantarillado existente en el lugar de estudio. Para la realización de este trabajo fue necesario cumplir con una serie de trabajos como son: ubicación, referenciación, levantamiento de fichas catastrales e inspección visual de cada uno de los pozos y la revisión física de las tuberías de la red de alcantarillado.

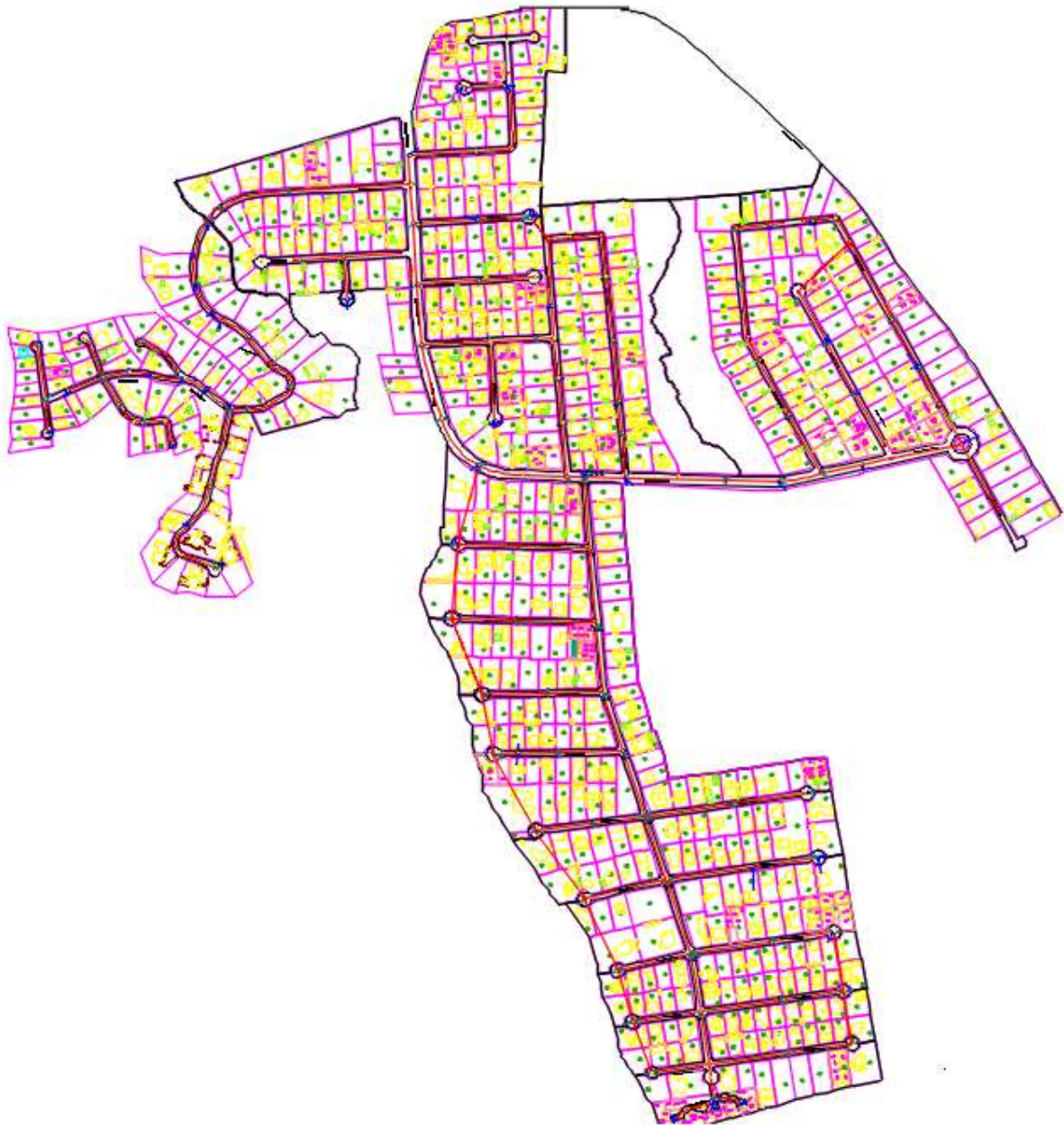
Los alcances esperados de este trabajo son los siguientes:

- Verificar la información proporcionada por la DAPA-R (altimetría planimetría), ya que esta información será utilizada posteriormente para realizar la evaluación y el cálculo de velocidades, caudales, pendientes de diseño y alturas.
- Realizar el levantamiento de cada una de las tapas de los pozos de revisión, con el fin de constatar el estado actual del pozo y de las tuberías, ver ANEXO D.
- Determinar el estado de las tuberías mediante el traspaso de la cámara proporcionada por el GADMUR.
- Evaluar el estado de cada uno de los elementos existentes en la red de alcantarillado y verificar si cumplen con las normativas correspondientes.
- Proporcionar un listado de requerimientos para el mantenimiento de los pozos y tuberías que por cualquier evento adverso puedan llegar a colapsar y perder su operatividad y funcionamiento.
- El análisis hidráulico se procederá a realizar con los datos obtenidos en las fichas de catastro de la red de alcantarillado existentes al momento, todo esto se hará en una hoja electrónica de Excel para cada uno de los elementos de la red, ver ANEXO E.
- Conocer los lugares de descarga de la red, y verificar si están realizando algún impacto ambiental.

- Concluida la evaluación del sistema de alcantarillado, se procederá a presentar los posibles diseños para el mejoramiento de la red.

### 4.3. Características generales del sistema de alcantarillado actual

#### 4.3.1. Red de alcantarillado actual



*Figura 26.* Esquema del sistema de alcantarillado combinado actual



En la Tabla 26, podremos observar el resumen de los diferentes parámetros analizados, las características del alcantarillado existente correspondiente a los pozos del 1al 141.

**Tabla 26**

*Resumen del catastro realizado en la zona de estudio.*

<b>Parámetro</b>	<b>Características</b>
Tipo de alcantarillado:	Alcantarillado Combinado
Área de influencia	85 hectáreas
Numero de pozos de revisión	141
Estado de pozos de revisión	Los pozos de revisión 38, 116,117,121 y 131 se encuentran en malas condiciones, debido a la presencia de zorrillo en las tuberías y desgaste de paredes interiores.
Numero de sumideros	259
Estado de sumideros	Los sumideros se encuentran en un estado aceptable, no presentan daños mayores, en ciertas partes necesitan un cambio de tapas de revisión.
Longitud total de Tuberías	9,891 km.
Diámetros de tuberías	Se encuentran desde 250mm hasta 1000mm
Material y estado físico en tuberías	La mayoría de las tuberías a simple vista se pueden verificar que se encuentran en un estado regular, esto quiere decir que todavía tiene un funcionamiento adecuado, las tuberías en su totalidad son de hormigón simple.
Descargas	El proyecto tiene 6 descargas, la primera desemboca en el río Santa Clara, tres descargan en la quebrada San Juan, misma que limita al barrio de Selva Alegre con el barrio Jatumpungo y dos descargan a la red de la ciudad.
Observaciones	Realizar lo más rápido posible el mantenimiento de los pozos mencionados anteriormente, ya que en época de lluvia dichos pozos están colapsando.

#### 4.4. Informe del estado general del sistema de alcantarillado actual.

El sitio de estudio se encuentra ubicado un lugar de relieve irregular por lo que podemos encontrar grandes diferencias de altura en diferentes lugares del sector, es así que se encuentra ubicado entre las cotas 2600 msnm y 2540 msnm, dando paso a los cambios de pendientes pronunciadas entre pozos.

Como se mencionó anteriormente para realizar esta evaluación fueron levantados 141 pozos de revisión, de los cuales se pudo obtener las siguientes observaciones:

- Los pozos revisados del proyecto presentan paredes de ladrillo revestidas con mortero, existen pozos en los cuales se está desprendiendo este mortero lo que podría ocasionar en los pozos el desgaste del ladrillo de las paredes al contacto con el agua.



*Figura 27.* Interiores del Pozo N° 2, sin revestimiento

- Al interior de los pozos de revisión no debe concurrir ninguna acometida domiciliaria, ya que esto produce que en su interior se acumulen desechos sólidos que provocan

taponamiento e imposibilidad de limpieza, lo que genera malestar al personal de mantenimiento al momento de la revisión de los mismos. En el lugar de estudio se pudo constatar que existen 45 pozos con estas conexiones desfavorables, en la Tabla 27 se muestra el número de pozo afectado, el diámetro y el material.



**Figura 28.** Pozo N° 120. Acometida Domiciliaria



**Figura 29.** Pozo N° 84. Residuos sólidos en pozo de revisión

**Tabla 27**  
*Características de los pozos que contienen acometidas*

<b>Número de Pozo</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Material</b>
1	150	H.S.
2	200	PVC
4	150	H.S.
17	150	H.S.
20	200	H.S.
21	200	PVC
27	200	H.S.
29	150	PVC
35	200	PVC
38	200	H.S.
40	150	H.S.
41	150	H.S.
42	150	PVC
45	150	H.S.
47	250	H.S.
49	400	H.S.
52	150	H.S.
53	200	H.S.
56	150	PVC
60	400	H.S.
62	250	H.S.
74	150	PVC
80	200	H.S.
84	200	PVC
90	200	H.S.
94	150	PVC
95	150	H.S.
97	170	H.S.
99	150	PVC
100	200	H.S.
105	150	H.S.
107	150	H.S.
108	150	PVC
114	200	H.S.
115	250	H.S.
116	200	PVC
117	150	PVC
121	100	PVC

Continua →

124	200	H.S.
132	250	H.S.
133	150	H.S.
134	150	H.S.
135	200	PVC
137	150	H.S.

- Existen pozos de revisión en la zona alta del lugar de estudio que necesitan mantenimiento inmediatamente, debido a que en su interior se encuentran las raíces de los árboles aledaños a los pozos, esto es conocido como (zorrillo) y puede provocar el colapso de los mismos. En el catastro realizado se pudo observar que los pozos 38,49, 80,81,120,121, 131,133,134 se encuentran con este daño.



**Figura 30.** Pozo N° 81. Presencia de raíces en su interior



**Figura 31.** Pozo N° 133. Presencia de raíces en la tubería

- La mayoría de los sumideros revisados en lugar de estudio se encuentran en buenas condiciones, existen sumideros que necesitan ser cambiados de tapa por encontrarse en mal estado y otros que deben ser sometidos a mantenimiento por estar obstruidos.



**Figura 32.** Sumidero N° 132. Taponado con tierra y hojas secas

- Para conocer el lugar exacto de las descargas y debido a la existencia de pozos perdidos fue necesario realizar un trabajo adicional, el cual consistió en arrojar pigmento rojo en las tuberías y buscar el sitio de descarga en el río Santa Clara y en la Quebrada San Juan.



**Figura 34.** Tuberías con pigmento rojo



**Figura 33.** Pozo con pigmento rojo



**Figura 35.** Descarga N° 1 Calle Anturios

- Al momento de llegar a los sitios exactos se pudo constatar el deterioro de los lugares de descarga, observando así tuberías rotas y una excesiva vegetación que impide el paso libre el agua, por lo esta situación fue notificada al GADMUR para que realice los arreglos pertinentes.



**Figura 36.** Descarga N° 2 Calle Begonias

#### **4.5. Informe del traspaso de cámara de inspección a través de las tuberías en el sector de estudio.**

Con ayuda de la cámara de inspección marca Verisigth Pro y el personal técnico de la DAPAC, fue posible realizar la revisión de algunos tramos de tubería en el sitio de estudio, logrando conocer así el estado general de las mismas. Lo que se pretende alcanzar con este trabajo es:

- Comprobar el estado interno de las tuberías, si existen sedimentos o cualquier tipo de material que pueda obstaculizar el paso libre del flujo y ocasionar taponamientos.
- Identificar el alineamiento de las tuberías, ya que existen algunos tramos que no pueden ser definidos debido a existencias de pozos perdidos (no son visibles).
- Verificar la posición actual de las tuberías de alcantarillado, revisar el estado de las juntas entre tuberías, ya que puede existir hundimiento del terreno por una mala compactación.
- Verificar si el contenido de gases existentes no está ocasionando daños en la parte superior de las tuberías.
- Determinar si existe tuberías con agua empozada debido al mal cálculo de la pendiente del proyecto actual.

Durante todo el recorrido con la cámara por el interior de las tuberías se pudo identificar diferentes tipos de inconsistencias como, por ejemplo, que la mayoría de las tuberías presentan fisuras en su interior, a más de eso se pudo constatar la existencia de raíces entre las juntas de las tuberías, esto se debe a que el lugar de estudio posee mucha vegetación en especial arboles ornamentales que poseen raíces grandes, las mismas que se extienden a lo largo de toda la



tubería y en ciertos tramos en donde es muy crítica la situación pueden ocasionar taponamientos.

A continuación, se presentan con detalle las observaciones obtenidas luego del traspaso de la cámara al interior de las tuberías.



**Figura 37.** Presencia de grietas en las uniones de las tuberías

A lo largo del recorrido se puede observar tuberías agrietadas, en la Figura 32 podemos observar la imagen del tramo de tuberías entre los pozos 55 y 56 en donde se puede identificar claramente que la tubería se encuentra agrietada.



**Figura 38.** Tubería agrietada tramos entre los pozos 55 y 56

En las tuberías en el tramo entre los pozos 37 y 36 se puede observar las existencias de raíces en las juntas entre tuberías, esto se debe a un mal proceso constructivo ya que dichas juntas no son herméticas y permiten el paso de estas raíces, esto puede ocasionar que las tuberías queden taponadas completamente y colapsen en ese tramo. En la Figura 33 se puede observar el inconveniente ya mencionado, cabe recalcar que en este tramo el problema no es tan crítico como en otros tramos, pero si se necesita de mantenimiento urgente para que las raíces no sigan avanzando y ocasionen daños en la tubería.



**Figura 39.** Presencia de raíces en tramo de tubería. Pozos 37 y 36

Entre los pozos 64 y 65 se puede observar que la tubería se encuentra en mal estado debido a que no circula el caudal necesario que permita realizar la auto limpieza de la misma en consecuencia de esto se puede verificar la presencia de sedimentos en su interior, paredes en mal estado y la presencia incluso de telarañas. En la Figura 34 podemos apreciar el estado de la actual de la tubería ya mencionada.



**Figura 40.** Tramo de tubería en mal estado. Pozos 64 y 65

En el interior del pozo 38 y en el tramo existente entre los pozos 38 y 41 existe la presencia elevada de raíces en el interior tanto del pozo como del tramo de tubería, este mal es más conocido como zorrillo y obstaculiza por completo el paso del flujo de agua. Este tramo y pozo necesitan mantenimiento de inmediato ya que al momento del traspaso de la cámara se pudo constatar que las raíces están ocupando el 75% de a tuberías y si llegara a ocupar el tramo completo de tubería ocurriría un colapso del pozo. En las Figuras 35 y 36 podemos observar lo descrito anteriormente.



**Figura 41.** Presencia de zorrillo en pozo 38



**Figura 42.** Presencia de raíces en el interior de tramo de tubería entre los pozos 38 y 41

#### **4.6. Evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado actual.**

Para realizar la evaluación hídrica del sistema fue necesario la creación de hoja EXCEL, en donde se ingresan todos los valores obtenidos en campo del catastro realizado. A más de dichos valores es necesario calcular en valor de áreas de aporte de cada tramo, esto es, delimitar el área de influencia que tienen los lotes con el colector.

La evaluación fue ejecutada en condiciones actuales para de esta forma tener resultados reales del desempeño hidráulico del sistema. Los resultados de esta evaluación se encuentran en el ANEXO E.

En la Tabla 28, se muestra un resumen de la evaluación hidráulica realizada en el sistema de alcantarillado actual, lo que nos permitirá definir la capacidad hidráulica de las tuberías.

**Tabla 28***Cuadro de resumen de la evaluación del sistema actual de alcantarillado*

<b>Sector</b>	<b>Pozo de Revisión</b>	<b>Diámetro y material</b>	<b>Tiempo de tubería</b>	<b>Evaluación del tramo de tubería</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>TOWN HOUSE</b>	Pz1 a Pz2	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Se sugiere mantenimiento, colocación de peldaños
	Pz4 a Pz3	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepassa la capacidad de tubería	Se sugiere mantenimiento, colocación de peldaños
	Pz3 a Pz2	250mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Se sugiere mantenimiento, peldaños en mal estado.
<b>MADROÑOS</b>	Pz2 a Pz5	250mm H.S.	< 40 años	Sobrepassa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz5 a Pz6	250mm H.S.	< 40 años	Sobrepassa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>C1</b>	Pz9 a Pz11	250mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica insuficiente	Cambio de tubería
<b>ORQUÍDEAS</b>	Pz7 a Pz6	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepassa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz6 a Pz8	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepassa la capacidad de tubería	No cumple pendiente mínima, Cambio de tubería

Continua →

	Pz8 a Pz9	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	No cumple pendiente mínima, Cambio de tubería
<b>C2</b>	Pz9 a Pz13	400mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
<b>MADROÑOS</b>	Pz6 a Pz10	200mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>C3</b>	Pz11 a Pz15	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz10 a Pz11	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>NARDOS</b>	Pz10 a Pz12	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	No cumple pendiente mínima, Cambio de tubería
	Pz12 a Pz13	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	No cumple pendiente mínima, Cambio de tubería
<b>C4</b>	Pz13 a Pz17	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>MADROÑOS</b>	Pz10 a Pz14	200mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>C5</b>	Pz15 a Pz19	500mm H.S.	> 40 años		Cambio de tubería

Continua →

				Sobrepasa la capacidad de tubería	
<b>MAGNOLIAS</b>	Pz15 a Pz14	600mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
	Pz17 a Pz16	400mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica insuficiente	Cambio de tubería
	Pz16 a Pz14	500mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica insuficiente	No cumple pendiente mínima, Cambio de tubería
<b>MADROÑOS</b>	Pz14 a Pz18	200mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz18 a Pz19	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>LIRIOS</b>	Pz21 a Pz20	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	No cumple pendiente mínima, Cambio de tubería
	Pz20 a Pz18	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>C6</b>	Pz19 a Pz24	500mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>MADROÑOS</b>	Pz18 a Pz22	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo

Continúa →

<b>GLADIOLOS</b>	Pz22 a Pz23	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz23 a Pz24	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz26 a Pz25	200mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz25 a Pz22	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>C7</b>	Pz20 a Pz18	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>MADROÑOS</b>	Pz22 a Pz27	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
<b>JAZMINES</b>	Pz27 a Pz28	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz28 a Pz30	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>C8</b>	Pz30 a Pz33	600mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>MADROÑOS</b>	Pz27 a Pz31	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>ILUSIONES</b>	Pz31 a Pz32	300mm H.S.	> 40 años		Cambio de tubería

Continua →



				Sobrepasa la capacidad de tubería		
		Pz32 a Pz33	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>C9</b>		Pz33 a Pz37	700mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>MADROÑOS</b>		Pz31 a Pz34	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	<b>HELECHOS</b>	Pz34 a Pz35	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
		Pz35 a Pz36	300mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
		Pz36 a Pz37	400mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica insuficiente	Cambio de tubería
<b>C10</b>		Pz37 a Pz40	700mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>MADROÑOS</b>		Pz34 a Pz38	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>GIRAS</b>	<b>SOLES</b>	Pz40 a Pz39	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo

Continúa →

<b>C11</b>	Pz39 a Pz38	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz40 a Pz80	800mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>MADROÑOS</b>	Pz38 a Pz41	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>ALELIES</b>	Pz51 a Pz52	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
	Pz52 a Pz53	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz53 a Pz54	400mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
	Pz54 a Pz58	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>ANTURIOS</b>	Pz50 a Pz49	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
	Pz48 a Pz49	250mm H.S.	> 40 años		Cambio de tubería

Continua →

			Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	
Pz49 a Pz55	400mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
Pz55 a Pz56	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz56 a Pz57	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz57 a Pz58	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz58 a Pz59	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz59 a Pz60	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz60 a Pz61	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz61a Pz62	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo

AV. DE LAS ROSAS

Pz62 a Pz63	250mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo Continúa →
Pz46a Pz67	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
Pz67 a Pz66	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz66 a Pz65	300mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
Pz65a Pz64	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz64 a Pz63	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz48 a Pz47	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
Pz47 a Pz46	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz46a Pz45	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería

## CRISANTEMOS

Pz45 a Pz44	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
				Continua →
Pz44 a Pz42	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz42 a Pz68	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz68 a Pz69	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz69 a Pz70	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz70 a Pz71	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz71a Pz141	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz141 a Pz72	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz72 a Pz73	400mm H.S.	> 40 años		Cambio de tubería

**AV. DE LAS  
ROSAS  
C11**

				Sobrepasa la capacidad de tubería	
	Pz78 a Pz77	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
					Continua →
	Pz77 a Pz76	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz76 a Pz75	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz75 a Pz74	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz74 a Pz73	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz73 a Pz95	500mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	No cumple pendiente mínima, Cambio de tubería
	Pz42 a Pz41	200mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz41 a Pz78	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz79 a Pz78	250mm H.S.	> 40 años		Limpieza preventiva en el tramo

			Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
Pz79 a Pz80	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcta	Continua →
Pz80 a Pz81	800mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz81 a Pz82	800mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz82 a Pz85	800mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz85 a Pz93	900mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz93 a Pz96	1000mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
Pz97 a Pz96	400mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
Pz96 a Pz139	1000mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería

<b>FUCSIAS</b>	Pz139 a Pz138	1000mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz83 a Pz140	250mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
					Continúa →
	Pz140 a Pz175	250mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
<b>CONGONAS</b>	Pz83 a Pz82	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz84 a Pz83	200mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>HORTENSIAS</b>	Pz87 a Pz86	600mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcto	Se sugiere mantenimiento colocación de peldaños en pozo 87
	Pz86 a Pz85	600mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
<b>DALIAS</b>	Pz88 a Pz89	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcto	Limpieza preventiva en el tramo
	Pz90 a Pz89	200mm H.S.	> 40 años		Cambio de tubería



				Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	
	Pz89 a Pz91	500mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
	Pz91 a PzP2	500mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcta	Limpieza preventiva en el tramo
					Continua →
<b>CUCARDAS</b>	Pz95 a Pz94	500mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz94 a Pz93	500mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz98 a Pz97	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcto	Limpieza preventiva en el tramo
	Pz98 a PzP3	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>PRIMAVERAS</b>	PzP3 a Pz99	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz101 a Pz102	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>GARDENIAS</b>	Pz99 a Pz100	250mm H.S.	> 40 años		Cambio de tubería

<b>CLAVELES</b>	Pz105 a Pz106	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	
	Pz106 a Pz107	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcto	Limpieza preventiva en el tramo
				Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería Continua →
<b>CAMELIAS</b>	Pz110 a Pz109	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcto	Limpieza preventiva en el tramo
	Pz114 a Pz113	300mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcto	Limpieza preventiva en el tramo
	Pz113 a Pz112	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz112 a Pz111	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
	Pz111 a Pz109	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
<b>PETUNIAS</b>	Pz118 a Pz119	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcto	Limpieza preventiva en el tramo

## BEGONIAS

Pz126 a Pz125	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Sobrepassa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz125 a Pz124	250mm H.S.	> 40 años	Sobrepassa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz124 a Pz123	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepassa la capacidad de tubería	Cambio de tubería Continua →
Pz123 a Pz122	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepassa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz122 a Pz121	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepassa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz108 a Pz109	250mm H.S.	> 40 años	Tramo de inicio, Capacidad hidráulica correcto	Limpieza preventiva en el tramo
Pz109 a Pz115	300mm H.S.	> 40 años	Sobrepassa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz115 a Pz116	400mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcto	Limpieza preventiva en el tramo
Pz116 a Pz117	400mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcto	Limpieza preventiva en el tramo

Pz117 a Pz120	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz120 a Pz121	400mm H.S.	> 40 años	Capacidad hidráulica correcto	Se sugiere mantenimiento, extracción de raíces de pozo 121
Pz121 a Pz127	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
				Continua →
Pz127 a Pz128	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz128 a Pz129	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz129 a Pz130	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz130 a Pz131	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz131 a Pz133	400mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz133 a Pz134	500mm H.S.	> 40 años		Cambio de tubería

			Sobrepasa la capacidad de tubería	
Pz134 a Pz135	500mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz135 a Pz136	500mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería
Pz136 a Pz137	500mm H.S.	> 40 años	Sobrepasa la capacidad de tubería	Cambio de tubería

---

La Tabla 28, muestra un pequeño resumen de la evaluación hidráulica realizada en el sistema de alcantarillado combinado actual, en este cuadro se puede identificar claramente los tramos en los que existe algún tipo de problema, como es el diámetro de tubería insuficiente para el paso del caudal y en algunos tramos se puede observar que no cumplen con la pendiente mínima entre 2 tramos. Por otro lado, existen tramos en los que la capacidad hidráulica es la correcta, así que como observación se sugiere realizar una limpieza preventiva en el tramo para que su durabilidad sea mayor y se pueda brindar un mejor servicio.

#### **4.7. Resolución final de la evaluación hídrica del sistema de alcantarillado actual.**

Como se ha venido mencionando con anterioridad, los datos del catastro fueron obtenidos después de haber realizado diferentes estudios de campo que comprenden desde un recorrido con personal técnico de la DAPAC para verificar la topografía, el traspaso de la cámara por las tuberías, la búsqueda de las descargas existentes. De todo este conjunto de trabajos se obtuvo que:

- En el sitio de estudio existen tuberías de más de 40 años de funcionamiento, mismas que han superado el horizonte de diseño y han sobrepasado su tiempo de vida útil.
- Se puede constatar con la evaluación hidráulica que existen tramos de alcantarillado que no cumplen con la pendiente mínima que es del 1%, y que además están trabajado a sección llena.
- Existen tramos de tuberías que han desaparecido por completo generando socavones.
- Se puede apreciar que el daño en tuberías del sistema de alcantarillado combinado sobrepasa el 50%.

En referencia a los puntos planteados anteriormente, y en base a nuestro criterio como futuras profesionales, se decide realizar un nuevo diseño del sistema de alcantarillado separado.

Cabe recalcar que esta decisión también fue tomada por los técnicos del Departamento de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización (DAPAC-R) del Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Rumiñahui (GADMUR)

## CAPITULO V

### 5. Bases de diseño

#### 5.2. Parámetros de diseño de alcantarillado Sanitario

##### 5.2.1. Área de aportación

Las áreas de aportación son un conjunto de superficies que resulta tras dividir la superficie original del proyecto.

Las Áreas de aporte deben ser determinadas fundamentalmente en base a la topografía, teniendo en cuenta los aspectos urbanísticos definidos en el plan regulador.

Se considerará los diversos usos de suelo (residencial, comercial, industrial, institucional y público), se incluirán las zonas de futuro desarrollo (Secretaria del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 275).

Las áreas de aportación se detallan en el ANEXO I.

##### 5.2.2. Dotación

Caudal de agua potable consumido diariamente, en promedio, por cada habitante. Incluye los consumos doméstico, comercial, industrial y público (Secretaria del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 55).

##### 5.2.3. Caudal de aguas servidas

El caudal a utilizarse para el diseño de los colectores de aguas residuales será el que resulte de la suma de los caudales de aguas residuales domésticas e industriales afectados de sus respectivos coeficientes de retorno y mayoración, más los caudales de infiltración y conexiones ilícitas (Secretaria del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 288).



#### 5.2.4. Caudal de aguas residuales domesticas

Comprende los desechos líquidos provenientes de viviendas, instituciones y establecimientos comerciales, para efecto del dimensionamiento de las obras de alcantarillado, será necesario determinar el caudal máximo instantáneo (Secretaria del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 276).

$$Q_m = \frac{c * (P * D)}{86400} \quad \text{Ec. 5.1}$$

**Donde:**

**Qm:** Caudal medio (l/s)

**c:** Coeficiente de retorno (adimensional)

**P:** Población al final para el período de diseño (hab.)

**D:** Dotación neta por habitante (l/hab.\*día)

Reemplazando los datos en la formula tenemos que el caudal para el presente proyecto es de:

$$Q_m = \frac{0,8 * (3735 * 190)}{86400} = 6,57 \frac{l}{s} = 0,00657 \frac{m^3}{s}$$

#### 5.2.5. Coeficiente de retorno

Se definirá el valor del coeficiente de retorno de aguas servidas domesticas en base a la norma de Diseño de Alcantarillado para la EMAAP-Q.

**Tabla 29**

*Coefficientes de retorno de aguas servidas domésticas*

Nivel de complejidad del sistema	Coefficiente de retorno
Bajo y medio	0,7 – 0,8
Medio alto y alto	0,8 – 0,85

Fuente: (EMAAP-Q, 2009, pág. 30)

Para este proyecto se decide tomar un coeficiente de retorno igual a 0.8.

### 5.2.6. Caudal máximo instantáneo

El caudal máximo instantáneo, se calculará de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$QMD = Qm * M \quad \text{Ec. 5.2}$$

**Donde:**

**Qm:** Caudal medio (l/s)

**QMD:** Caudal máximo diario

**M:** Factor de mayoración máximo diario

El caudal máximo mayorado para el proyecto es:

$$QMD = 6,57 * 3,359 = 22,068 \frac{l}{s}$$

### 5.2.7. Coeficiente de mayoración

El coeficiente de mayoración es la relación entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario, en un mismo período. Los valores de los coeficientes de mayoración disminuyen en la medida que el número de habitantes considerado aumenta (Secretaría del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 270).

El coeficiente M de Harmon se utiliza para poblaciones de más de 1.000 habitantes

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

**Donde:**

**M:** Factor de mayoración máximo diario

**P:** Población

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{3735}{1000}}} = 3,35$$

### 5.2.8. Caudal por infiltración

Es inevitable la infiltración de aguas sub-superficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en las tuberías, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de tuberías con pozos de inspección y demás estructuras, y en éstos cuando no son completamente impermeables (EMAAP-Q, 2009, pág. 33).

Para el cálculo del caudal de infiltración se utilizará la siguiente tabla de la Norma de diseño de agua potable y alcantarillado de la EMMAP-Q.

**Tabla 30**

*Factor de infiltración dependiendo del nivel de complejidad del sistema*

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Infiltración alta (l/s-ha)</b>	<b>Infiltración media (l/s-ha)</b>	<b>Infiltración baja (l/s-ha)</b>
Bajo y medio	0,1 - 0,3	0,1 – 0,3	0,05 – 0,2
Medio alto y alto	0,15 - 0,4	0,1 – 0,3	0,05 – 0,2

Fuente: (EMAAP-Q, 2009, pág. 33)

### 5.2.9. Caudal de aguas Ilícitas

De acuerdo con (EMAAP-Q, 2009, pág. 32) se debe considerar un aporte de aguas lluvias debido a conexiones clandestinas de patios, jardineras, para el efecto se utilizó la tabla de Aportes máximos por conexiones erradas de la Norma de diseño de agua potable y alcantarillado de la EMAPP – Q

**Tabla 31***Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial*

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Aporte (l/s-ha)</b>
Bajo y medio	0,2 - 2
Medio alto y alto	0,1- 1

Fuente: (EMAAP-Q, 2009, pág. 33)

**Tabla 32***Aportes máximos por conexiones erradas sin sistema Pluvial*

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Aporte (l/s-ha)</b>
Bajo y medio	4 - 20
Medio alto y alto	2 -20

Fuente: (EMAAP-Q, 2009, pág. 33)

Para el desarrollo del presente proyecto se trabajará con un sistema de complejidad bajo y medio con un aporte de 0,5.

$$Q_{illicitas} = 0,50 * Q_{inf} \quad Ec. 5.3$$

### 5.3. Parámetros de diseño de alcantarillado pluvial.

#### 5.3.1. Caudal pluvial

Para áreas con una superficie inferior a 100 ha. El caudal pluvial se calculará con la siguiente formula como como lo recomienda (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 289):

$$Q_{Agua\ lluvia} = 0,00278 * C * I * A \quad Ec. 5.4$$

Donde:

**Q:** Caudal de escurrimiento en  $m^3/s$ .

**C:** Coeficiente de escurrimiento (adimensional).

**I:** Intensidad de lluvia para una duración de lluvias, igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, en mm/h.

**A:** Área de la cuenca, en ha.

### 5.3.2. Coeficiente de escurrimiento

El cálculo del coeficiente C se realizará considerando los efectos de infiltración, almacenamiento por retención superficial, evaporación, etc. Para frecuencias entre 2 y 10 años se recomienda los siguientes valores de C (Secretaria del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 289).

**Tabla 33**

*Valores de coeficiente de escurrimiento*

<b>Tipo de zona</b>	<b>Valore de C</b>
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	0,7 – 0,9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0,7
Zonas residenciales medianamente pobladas	0,55 – 0,65
Zonas residenciales con baja densidad	0,35 – 0,55
Parques, campos de deportes	0,1 – 0,2

Fuente: (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 289).

Cuando sea necesario calcular un coeficiente de escurrimiento compuesto, basado en porcentajes de diferentes tipos de superficie se podrá utilizar los valores que se presentan en la siguiente tabla (Secretaria del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 290).

**Tabla 34**  
*Valores de C para diferentes tipos de suelo*

<b>Tipo de Superficie</b>	<b>C</b>
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0,90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0,85 a 0,90
Pavimentos de hormigón	0,80 a 0,85
Empedrados (juntas pequeñas)	0,75 a 0,80
Empedrados (juntas ordinarias)	0,40 a 0,50
Pavimentos de macadam	0,25 a 0,60
Superficies no pavimentadas	0,10 a 0,30
Parques y jardines	0,05 a 0,25

Fuente: (Secretaría del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 291)

Para conocer el valor coeficiente de escurrimiento para este proyecto fue necesario realizar el cálculo del coeficiente ponderado, este proceso consistió en medir el área de aporte de cubiertas (hormigón, teja), calles, aceras, y jardines; multiplicar por sus respectivos coeficientes de escurrimiento obteniendo así un resultado parcial que sumados y después divididos para el área total nos da un coeficiente de escurrimiento ponderado. En la Tabla 35, se puede observar el cálculo de un tramo.

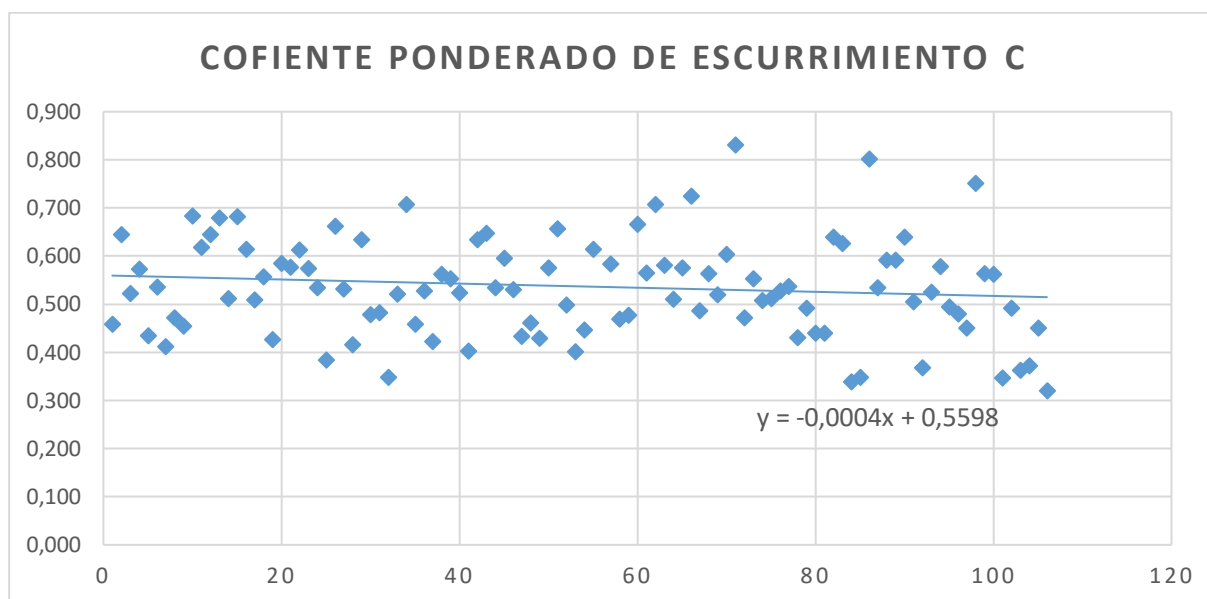
**Tabla 35**

Calculo del coeficiente de escurrimiento ponderado, Tramo 1 – Town House

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PONDERADO					
TRAMO: PZ102- PZ99					
<b>MANZANA:</b>	16	<b>ANEXO E_1</b>			
<b>CALLE:</b>	Primaveras	<b>Hoja 80 de</b>			
		<b>No. 106</b>			
<b>Coefficiente de escurrimiento dependiendo el tipo de zona ( C )</b>					
Zona residenciales medianamente pobladas					0,65
<b>Área de aportación (m²)</b>					
<b>Empedrado</b>	<b>Cubierta de teja</b>	<b>Losas</b>	<b>Aceras</b>	<b>Jardín</b>	<b>Total</b>
(A1)	(A2)	(A3)	(A4)	(A5)	(AT)
338,206	259,43	75,83	239,88	2134,654	3048
<b>Coefficiente de escurrimiento para diversos tipos de superficie ( Cn )</b>					
<b>Empedrado</b>	<b>Cubiertas Teja</b>	<b>Losas Hormigón</b>	<b>Aceras</b>	<b>Jardín</b>	
(C1)	(C2)	(C3)	(C4)	(C5)	
0,5	0,9	0,8	0,8	0,15	
$C_{12} = \frac{A1 * C1 + A2 * C2 + A3 * C3 + A4 * C4 + A5 * C5}{AT * C}$					
$C_{12} = 0,49$					

El cálculo del coeficiente de escurrimiento de todos los tramos se encuentra en el ANEXO F.

En la Figura 37, podemos observar la gráfica con los diferentes valores del coeficiente de escurrimiento obtenidos.



**Figura 43.** Grafica de los diferentes valores de coeficiente de escurrimientos obtenido

Una vez realizado el cálculo para cada una de las áreas de aporte del proyecto y sacando un coeficiente promedio se obtuvo un coeficiente de escurrimiento de 0,56.

### 5.3.3. Intensidad y frecuencia de lluvia

La intensidad se define como la cantidad de agua de lluvia que cae en un punto, por unidad de tiempo y ésta es inversamente proporcional a la duración de la tormenta. La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la cantidad de agua que precipitó medida en milímetros por unidad de tiempo, esta intensidad puede ser instantánea o promedio, sobre la duración de la lluvia (Actualización del estudio de lluvias intensas - INAMHI, 2015, pág. 8).

Para el área de estudio se utilizará información proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la estación Izobamba cuyas ecuaciones en función del tiempo se presentan en la Tabla 36.



**Tabla 36**  
*Zonificación de intensidades.*

Zona	Estación		Intervalos de Tiempo (minutos)	Ecuaciones	R <sup>2</sup>
	Código	Nombre			
2	M003	Izobamba	5 < 42,99	$I_{TR} = 104,44 * Id_{TR} * t^{-0,4326}$	0,984
			42,99 < 1440	$I_{TR} = 514,56 * Id_{TR} * t^{-0,858}$	0,9992

Fuente: (Actualización del estudio de lluvias intensas - INAMHI, 2015, pág. 19)

#### 5.3.4. Tiempo de concentración

Comúnmente se puede estimar el tiempo total de viaje como la suma del tiempo del flujo sobre la superficie, más el tiempo de viaje por los canales secundarios, más el tiempo de viaje por el cauce principal hasta el punto de control (EMAAP-Q, 2009, pág. 87).

$$tc = ti + tf$$

Donde:

**tc:** tiempo de concentración.

**ti:** Tiempo inicial o de entrada al sistema de alcantarillado.

**tf:** Tiempo de flujo a lo largo de los conductos del sistema de alcantarillado.

El tiempo tf puede calcularse:

$$tf = \frac{l}{v}$$

Donde:

**tf:** Tiempo de flujo.

**l:** Longitud del tramo.

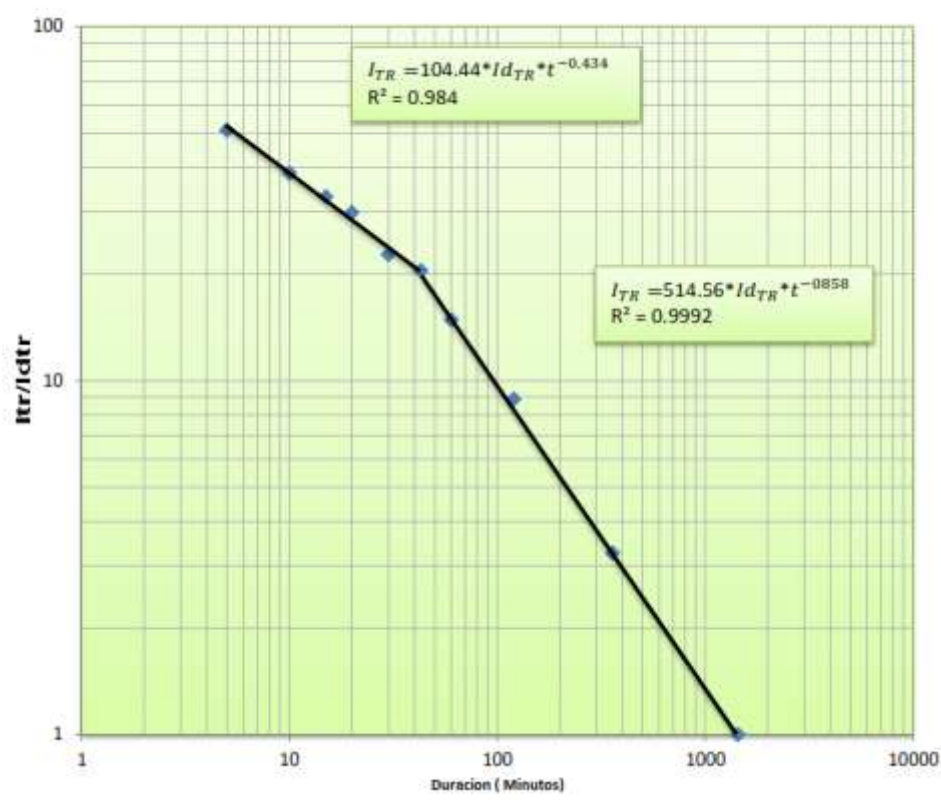
**v:** Velocidad de circulación del agua en el tramo respectivo.

### 5.3.5. Periodo de retorno

Número promedio de años en el cual un evento dado será igualado o excedido (Secretaría del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 271).

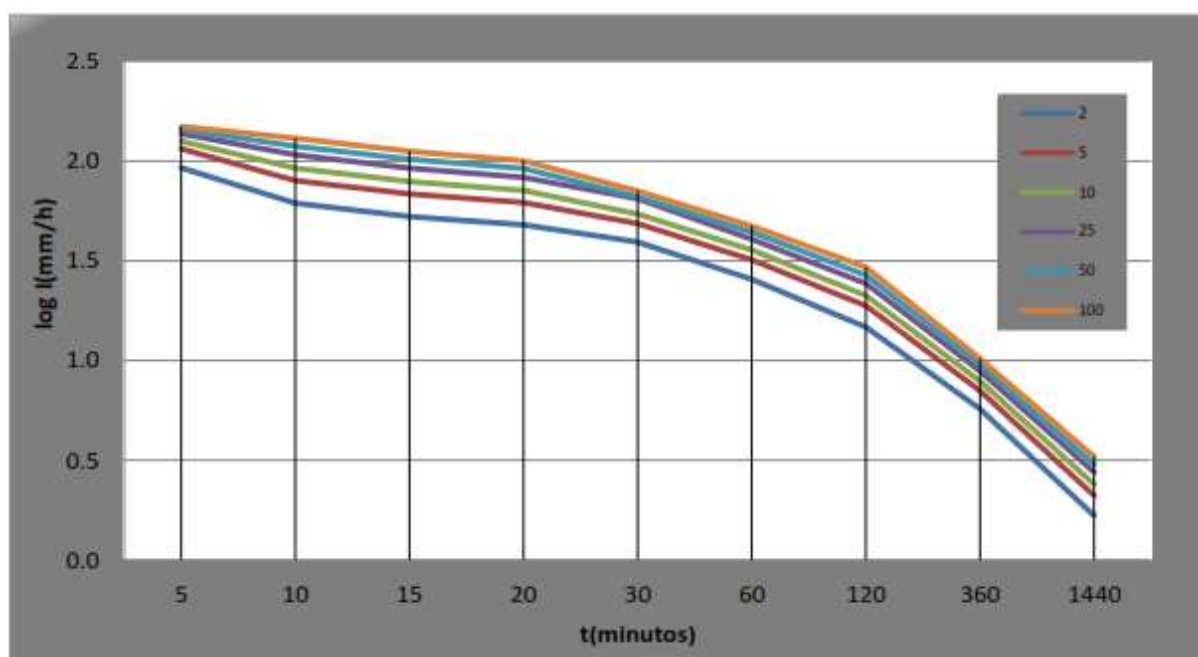
### 5.3.6. Intensidad máxima diaria

Para la estación Izobamba la intensidad diaria obtenida mediante isolíneas de intensidad de precipitación para varios periodos de retorno en función de la máxima en 24 horas se presenta a continuación. En la Figura 37, podemos observar la curva de intensidad-duración de la estación de Izobamba.



**Figura 44.** Curvas de Intensidad - duración estación Izobamba

Fuente: (Actualización del estudio de lluvias intensas - INAMHI, 2015, pág. 209)



**Figura 45.** Curvas IDF - Izobamba

Fuente: (Actualización del estudio de lluvias intensas - INAMHI, 2015, pág. 30)

**Tabla 37**

*Intensidades máximas en 24 horas (mm/h)*

Tr (Años)	Duraciones t (minutos)								
	5	10	15	20	30	60	120	360	1440
<b>2</b>	86.74	64.21	53.85	47.53	39.86	25.62	14.13	5.51	1.68
<b>5</b>	109.08	80.74	67.71	59.76	50.12	32.21	17.77	6.92	2.11
<b>10</b>	124.14	91.89	77.06	68.02	57.04	36.66	20.23	7.88	2.40
<b>25</b>	142.84	105.73	88.67	78.26	65.63	42.18	23.27	9.07	2.76
<b>50</b>	156.86	116.11	97.38	85.95	72.08	46.32	25.56	9.96	3.03
<b>100</b>	170.89	126.49	106.08	93.63	78.52	50.46	27.84	10.85	3.30

Fuente: (Actualización del estudio de lluvias intensas - INAMHI, 2015, pág. 209)

La secretaria del Agua – SENAGUA menciona que el periodo de retorno varié entre 2 y 10 años en función de la importancia del sector, en este proyecto se trabajara con un periodo de retorno igual a 5 años.

La intensidad máxima para un periodo de retorno de 5 años es igual a 2.11 mm/h.

## **5.4. Tuberías y colectores**

### **5.4.1. Diámetros mínimos**

El diámetro mínimo para alcantarillado sanitario será de 200 mm y para alcantarillado pluvial será de 250mm (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 281).

### **5.4.2. Relleno mínimo**

“Las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas o aguas lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1,2 m de alto sobre la clave del tubo.” (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 281)

### **5.4.3. Velocidad mínima**

La velocidad mínima para alcantarillado sanitario en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,45 m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido. En alcantarillado pluvial la velocidad mínima será de 0,9 m/s, para caudal máximo instantáneo, en cualquier época del año (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, págs. 282,283).

### **5.4.4. Velocidad máxima**

Las velocidades máximas dependen del tipo de material como se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 38***Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad.*

<b>Material</b>	<b>Velocidad máxima (m/s)</b>	<b>Coefficiente de rugosidad</b>
Hormigón simple: con uniones de mortero	4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 - 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 - 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Fuente: (Secretaría del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 283)

**5.4.5. Diámetros recomendados para pozos de revisión.**

La abertura superior del pozo será como mínimo 0,6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo. (Secretaría del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 285)

En sistemas de alcantarillado, los pozos de revisión se colocarán en todos los cambios de pendientes, cambios de dirección, exceptuando el caso de alcantarillas curvas, y en las confluencias de los colectores (Secretaría del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 284).

El diámetro del cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo (Secretaría del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 285). En la Tabla 39 se puede observar las recomendaciones.

**Tabla 39***Diámetros recomendados para pozos de revisión*

<b>Diámetro de la tubería mm</b>	<b>Diámetro del pozo m</b>
Menor o igual a 550	0,9
Mayor a 550	Diseño Especial

Fuente: (Secretaria del Agua, SENAGUA, 2012, pág. 285)

Los pozos de alcantarillado sanitario deberán ubicarse de tal manera que se evite el flujo de escorrentía pluvial hacia ellos. Si esto es inevitable, se diseñarán tapas herméticas especiales que impidan la entrada de la escorrentía superficial (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 284).

#### **5.4.6. Distancia entre pozos de revisión**

La máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 m para diámetros menores de 350 mm; 150 m para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm; y, 200 m para diámetros mayores que 800 mm. Para todos los diámetros de colectores, los pozos podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza. (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 284)

**Tabla 40**

*Distancia máxima en función de la tubería.*

<b>DIÁMETRO (mm)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>
< 350	100
400-800	150
>800	200

Fuente: (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 284).

#### **5.4.7. Sumideros**

El objetivo de los sumideros es recoger el agua lluvia y llevar la misma a la red de alcantarillado, la Normativa emitida por la Secretaria del Agua- SENAGUA, en cuanto a la colocación de sumideros dice lo siguiente:

- Cuando la cantidad de agua en la vía exceda a la capacidad admisible de conducción de la cuneta. (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 286)
- En los puntos bajos, donde se acumula el agua.
- Otros puntos, donde la conformación de las calles y manzanas lo haga necesario.

El diseño del sumidero deberá considerarse la pendiente de la cuneta, el caudal del proyecto, las posibilidades de obstrucción y las interferencias con el tráfico vehicular. (Secretaria del Agua- SENAGUA, 2012, pág. 287)

## CAPITULO IV

### **6. Diseño del nuevo sistema de alcantarillado**

#### **6.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario**

Después de realizar el catastro y evaluar el sistema actual de alcantarillado se ha decidido reemplazar la mayor parte de la red tomando en cuenta que por cuestiones topográficas existen tramos que se mantendrán.

Los tramos que se mantendrán combinados corresponden a los cruces entre las calles Lirios, Gladiolos, Jazmines, Ilusiones y Helechos realizando cambio de tuberías en las calles principales y manteniendo la actual tubería en 6 tramos debido a que si se interviene en esta zona se podría causar desestabilización en el suelo que podría poner en riesgo las construcciones cercanas.

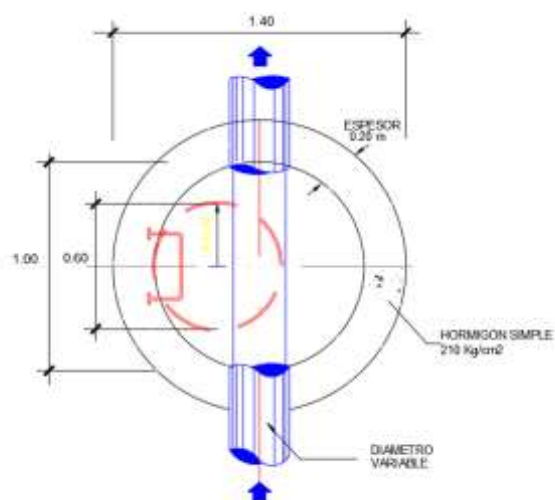
El nuevo sistema de alcantarillado sanitario tiene 163 pozos, cuyos pozos tienen profundidades que van de 1 m hasta 4.95m, con una longitud total de tubería de 9.28 Km.

El diseño del nuevo sistema de alcantarillado sanitario tanto en PVC como en hormigón para la Urbanización Los Chillos y la Zona Este del barrio Jatumpungo se encuentra detallado en el ANEXO G, además se adjunta planos del nuevo sistema de alcantarillado como área de aporte, perfiles y detalles de pozo de revisión respectivamente en el ANEXO I.

##### **6.1.1. Pozo de revisión**

Los pozos de revisión tienen altura desde 1 m a 4,95 m y serán del modelo Tipo B1. En la Figura 38, se puede identificar con más detalle en planta del pozo de revisión

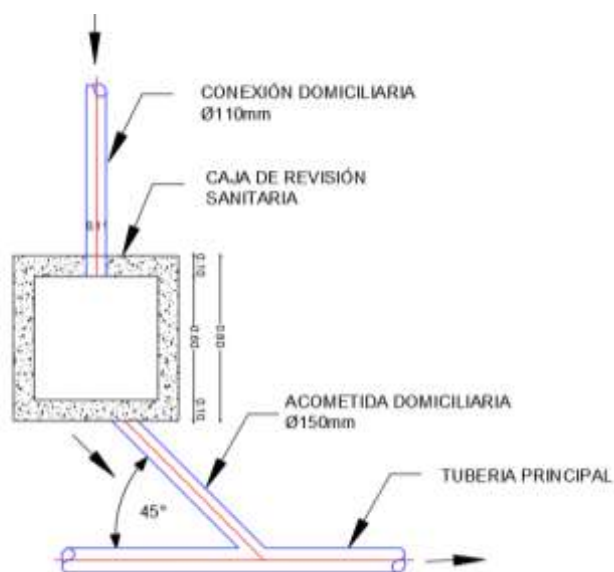




**Figura 46.** Detalle en planta de pozo tipo B1

### 6.1.2. Conexiones domiciliarias

En cuanto a conexiones domiciliarias se utilizará 160 mm para PVC y 150 mm para hormigón simple con una pendiente mínima del 1% tal como la (Secretaria del Agua-SENAGUA, 2012, pág. 281) lo recomienda, dichas conexiones estarán conectadas al colector principal en un ángulo de 45° y 60° para garantizar que no se estanque, para el presente proyecto se utilizara cajas de revisión de 80 x 80 cm.



*Figura 47.* Detalle conexión domiciliaria

## 6.2. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial

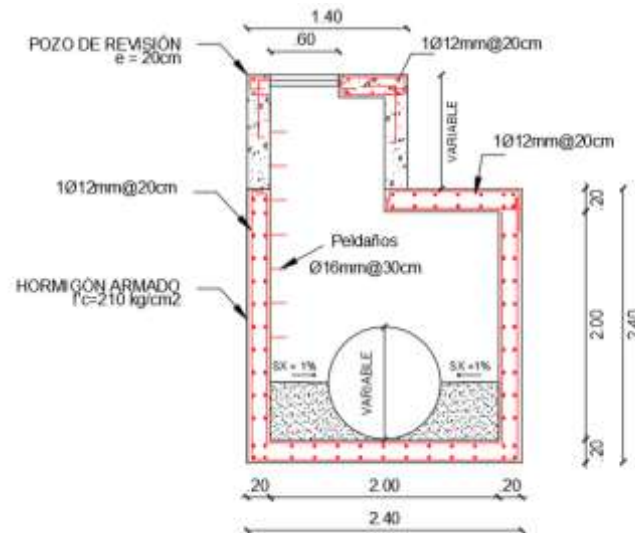
Se diseñará la mayor parte de la red con las bases de diseño ya antes establecidas, además cabe recalcar que existen tramos en que no se diseñara una red separada debido a que por cuestiones topográficas existen tramos combinados que se mantendrán.

El nuevo sistema de alcantarillado pluvial tiene 137 pozos cuyas profundidades van de 1,25m hasta 4,81m, el total de sumideros de diseño pluvial es de 324 mientras que la parte que se quedará combinada tiene 34 sumideros, la longitud total de tubería es de 8,21 Km, el diseño cuenta con 8 descargas debido a las condiciones topográficas presentadas.

El diseño hidráulico del nuevo sistema de alcantarillado pluvial tanto en PVC como en hormigón para la Urbanización Los Chillos y la Zona Este del barrio Jatumpungo se encuentra detallado en el ANEXO G, además se adjunta planos del nuevo sistema de alcantarillado como área de aporte, perfiles y detalles de pozo de revisión respectivamente en el ANEXO I.

### 6.2.1. Pozo de revisión

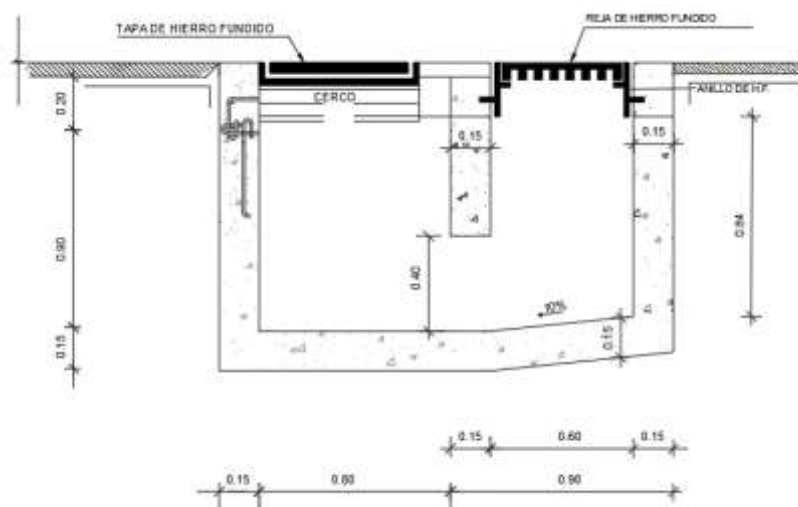
Los pozos de revisión tienen altura desde 1 m a 4,81 m, llevaran acero estructural y son de mayor dimensión, para mayor detalle diríjase al ANEXO I.



*Figura 48.* Detalle de pozo de revisión Pluvial

### 6.2.2. Sumideros

El sumidero propuesto cuenta con una cámara de inspección que permitirá realizar revisión y mantenimiento, este ira conectado directamente al pozo de revisión.



*Figura 49.* Detalle de sumidero.

### 6.3. Análisis comparativo con el programa SewerCAD

SewerCAD es un programa de análisis y diseño de sistemas de drenaje urbano con énfasis en Sistemas Sanitarios. SewerCAD es también un modelo multi-plataforma capaz de soportar plataformas como MicroStation, AutoCAD. De igual manera, además SewerCAD permite el análisis de sistemas a gravedad o sistemas que combinan subsistemas a presión y subsistemas a gravedad. (Gutiérrez, 2009).

Para el presente proyecto se realizó un análisis en el programa SewerCAD. A continuación, en las siguientes Tablas 41,42,43 y 44 se presentan los datos obtenidos.

**Tabla 41**

*Datos comparativos de alcantarillado pluvial PVC en el programa SewerCAD.*

Label	SEWERCAD			EXCEL				
	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-1	0,019	1,30	0,22	1	2	250	1,34	0,31
TUBERIA-2	0,025	1,54	0,25	4	3	250	1,58	0,34
TUBERIA-3	0,026	1,69	0,21	3	2	300	1,70	0,31
TUBERIA-4	0,075	2,87	0,21	2	5	300	2,94	0,31
TUBERIA-5	0,028	2,05	0,62	6	5	250	2,17	0,57
TUBERIA-6	0,01	1,59	0,71	8	7	350	1,70	0,62
TUBERIA-7	0,01	1,84	0,47	7	5	500	1,93	0,49
TUBERIA-8	0,021	2,82	0,58	5	9	500	2,98	0,55
TUBERIA-9	0,016	1,68	0,35	10	9	350	1,74	0,41
TUBERIA-10	0,01	1,51	0,55	12	11	350	1,59	0,54
TUBERIA-11	0,01	1,71	0,48	11	9	450	1,81	0,50
TUBERIA-12	0,047	4,33	0,67	9	13	500	4,59	0,61
TUBERIA-13	0,01	1,44	0,46	14	13	350	1,50	0,48
TUBERIA-14	0,01	1,60	0,49	16	15	400	1,68	0,50
TUBERIA-15	0,025	2,57	0,51	15	13	400	2,66	0,52
TUBERIA-16	0,024	3,79	0,59	13	17	700	3,99	0,56
TUBERIA-17	0,01	1,61	0,49	19	18	400	1,68	0,51
TUBERIA-18	0,012	1,96	0,56	18	17	450	2,07	0,54
TUBERIA-19	0,051	5,27	0,50	17	20	700	5,54	0,51
TUBERIA-20	0,02	2,07	0,35	22	21	400	2,13	0,41
TUBERIA-21	0,023	2,48	0,55	21	20	400	2,60	0,54
TUBERIA-22	0,05	5,49	0,60	20	23	700	5,81	0,57

Continúa →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-23	0,049	5,47	0,64	23	24	700	5,80	0,59
TUBERIA-24	0,049	5,54	0,67	24	25	700	5,90	0,61
TUBERIA-25	0,048	5,54	0,70	25	26	700	5,89	0,62
TUBERIA-26	0,012	1,47	0,49	28	27	300	1,54	0,51
TUBERIA-27	0,01	1,62	0,78	27	26	350	1,75	0,67
TUBERIA-28	0,042	5,35	0,82	26	29	700	5,79	0,70
TUBERIA-50	0,052	2,26	0,26	34	33	250	1,52	0,35
TUBERIA-51	0,053	2,53	0,25	33	32	300	2,57	0,33
TUBERIA-52	0,045	2,68	0,41	32	31	300	2,79	0,46
TUBERIA-53	0,032	2,74	0,41	31	30	400	2,85	0,46
TUBERIA-54	0,04	3,07	0,41	30	55	400	3,18	0,45
TUBERIA-55	0,047	3,38	0,44	55	56	400	3,54	0,47
TUBERIA-56	0,038	3,31	0,63	56	57	400	3,50	0,58
TUBERIA-57	0,036	3,36	0,79	57	58	400	3,62	0,67
TUBERIA-58	0,021	2,82	0,63	58	59	500	2,98	0,58
TUBERIA-59	0,012	2,37	0,56	59	60	600	2,50	0,54
TUBERIA-60	0,013	2,46	0,57	60	61	600	2,60	0,55
TUBERIA-62	0,048	2,76	0,41	67	66	300	2,86	0,45
TUBERIA-63	0,033	2,68	0,51	66	65	350	2,78	0,52
TUBERIA-64	0,024	2,57	0,58	65	64	400	2,72	0,42
TUBERIA-65	0,04	3,24	0,51	64	61	400	3,36	0,55
TUBERIA-66	0,02	3,31	0,51	61	62	700	3,47	0,52
TUBERIA-67	0,016	3,04	0,57	62	63	700	3,21	0,55
TUBERIA-68	0,015	2,97	0,59	63	83	700	3,14	0,56
TUBERIA-70	0,015	3,69	0,73	29	68	900	3,92	0,63
TUBERIA-71	0,011	3,25	0,78	68	69	900	3,53	0,72
TUBERIA-72	0,014	3,58	0,77	69	70	900	3,85	0,67
TUBERIA-73	0,03	4,85	0,53	70	71	900	5,11	0,53
TUBERIA-74	0,03	4,88	0,54	71	72	900	5,14	0,53
TUBERIA-75	0,039	5,38	0,49	72	73	900	5,63	0,50
TUBERIA-77	0,032	2,33	0,46	75	74	300	2,43	0,49
TUBERIA-78	0,033	2,54	0,63	74	73	300	2,63	0,60
TUBERIA-79	0,037	5,54	0,60	73	76	900	5,85	0,56
TUBERIA-80	0,036	5,49	0,61	76	77	900	5,80	0,57
TUBERIA-81	0,015	1,64	0,53	79	78	300	1,73	0,52
TUBERIA-82	0,028	2,37	0,69	78	77	300	2,52	0,62
TUBERIA-83	0,033	5,41	0,67	77	80	900	5,74	0,61
TUBERIA-84	0,035	5,48	0,66	80	81	900	5,83	0,60
TUBERIA-85	0,01	2,57	0,77	83	82	700	2,77	0,67

Continúa →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-86	0,015	3,09	0,66	82	81	700	3,29	0,60
TUBERIA-87	0,028	5,41	0,75	81	84	1000	5,79	0,65
TUBERIA-88	0,026	1,58	0,25	86	85	250	1,99	0,52
TUBERIA-89	0,027	2,10	0,22	85	84	400	2,14	0,31
TUBERIA-90	0,027	5,44	0,81	84	98	1000	5,87	0,69
TUBERIA-91	0,022	4,94	0,91	98	99	1000	5,44	0,76
TUBERIA-92	0,022	5,02	0,91	99	100	1000	5,51	0,75
TUBERIA-93	0,022	4,03	0,91	100	101	1000	5,52	0,76
TUBERIA-94	0,023	4,05	0,91	101	102	1000	5,54	0,76
CO-155	0,023	1,62	0,36	74	65	250	1,68	0,42
CO-156	0,032	1,89	0,33	68	67	250	1,96	0,40
CO-157	0,02	1,59	0,42	30	29	250	1,65	0,46
TUBERIA-29	0,034	2,37	0,75	38	39	250	2,54	0,65
TUBERIA-30	0,035	2,76	0,78	39	40	300	2,98	0,69
TUBERIA-31	0,055	3,73	0,70	40	41	350	3,97	0,62
TUBERIA-32	0,013	2,19	0,73	41	42	450	2,33	0,63
TUBERIA-33	0,017	2,40	0,65	42	46	450	2,53	0,58
TUBERIA-34	0,04	2,56	0,43	37	36	300	2,67	0,47
TUBERIA-35	0,064	3,53	0,41	36	35	350	3,66	0,45
TUBERIA-36	0,013	1,46	0,43	34	35	300	1,52	0,47
TUBERIA-37	0,031	3,05	0,67	35	43	400	3,25	0,61
TUBERIA-38	0,028	3,17	0,53	43	44	500	3,33	0,52
TUBERIA-39	0,034	3,53	0,56	44	45	500	3,72	0,54
TUBERIA-40	0,044	4,06	0,59	45	46	500	4,28	0,56
TUBERIA-41	0,042	4,46	0,58	46	47	600	4,71	0,55
TUBERIA-42	0,051	4,85	0,55	47	48	600	5,10	0,54
TUBERIA-43	0,094	2,87	0,22	48	49	250	2,91	0,31
TUBERIA-44	0,095	3,71	0,55	49	50	250	3,92	0,54
TUBERIA-45	0,031	2,11	0,53	33	54	250	2,21	0,53
TUBERIA-46	0,04	2,76	0,60	54	53	300	2,92	0,57
TUBERIA-47	0,057	3,44	0,73	53	52	300	3,68	0,64
TUBERIA-48	0,08	4,17	0,75	52	51	300	4,50	0,69
TUBERIA-49	0,064	4,11	0,52	51	50	400	4,26	0,52
TUBERIA-95	0,055	2,66	0,28	93	94	300	2,73	0,37
TUBERIA-96	0,01	1,30	0,23	95	94	400	1,34	0,32
TUBERIA-97	0,026	2,50	0,44	94	96	400	2,60	0,47
TUBERIA-98	0,029	2,86	0,61	96	97	400	3,03	0,57
TUBERIA-101	0,121	2,91	0,10	136	130	300	2,95	0,21
TUBERIA-102	0,021	1,66	0,28	131	130	300	1,71	0,37

Continúa →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-103	0,032	2,07	0,30	135	134	300	2,13	0,38
TUBERIA-104	0,02	1,85	0,48	134	133	300	1,94	0,49
TUBERIA-105	0,01	1,59	0,48	133	132	400	1,66	0,50
TUBERIA-106	0,058	3,05	0,21	132	130	400	3,10	0,31
TUBERIA-107	0,115	4,71	0,29	130	129	400	4,81	0,37
TUBERIA-108	0,051	3,49	0,43	129	128	400	3,64	0,47
TUBERIA-109	0,123	4,92	0,30	128	127	400	5,03	0,38
TUBERIA-110	0,11	4,74	0,32	127	123	400	4,85	0,39
TUBERIA-111	0,042	3,43	0,58	123	122	400	3,62	0,56
TUBERIA-112	0,154	5,56	0,18	122	114	500	5,67	0,30
TUBERIA-113	0,01	1,39	0,60	121	120	300	1,47	0,57
TUBERIA-114	0,03	2,26	0,47	120	119	300	2,37	0,49
TUBERIA-115	0,1	3,80	0,34	119	118	300	3,93	0,41
TUBERIA-116	0,095	3,96	0,44	118	117	300	4,14	0,47
TUBERIA-117	0,045	3,08	0,34	117	116	400	3,18	0,41
TUBERIA-118	0,07	3,80	0,33	116	115	400	3,91	0,40
TUBERIA-119	0,158	5,20	0,23	115	114	400	5,31	0,32
TUBERIA-120	0,11	5,74	0,38	114	113	500	5,94	0,43
TUBERIA-121	0,116	5,84	0,23	113	112	600	5,96	0,32
TUBERIA-122	0,11	5,83	0,26	112	111	600	5,94	0,34
TUBERIA-123	0,104	5,81	0,28	111	110	600	5,94	0,36
TUBERIA-124	0,052	4,61	0,43	110	109	600	4,80	0,46
TUBERIA-125	0,045	4,46	0,50	109	108	600	4,67	0,51
TUBERIA-126	0,035	4,12	0,61	108	107	600	4,36	0,57
TUBERIA-127	0,033	4,04	0,64	107	106	600	4,30	0,59
TUBERIA-128	0,026	3,71	0,71	106	105	600	3,96	0,65
TUBERIA-129	0,053	4,94	0,54	105	104	600	5,21	0,53
TUBERIA-130	0,044	4,67	0,64	104	103	600	4,95	0,59
TUBERIA-133	0,026	2,03	0,40	86	87	300	2,12	0,45
TUBERIA-134	0,036	2,68	0,67	87	88	300	2,85	0,61
TUBERIA-135	0,01	1,45	0,72	89	88	300	1,56	0,65
TUBERIA-136	0,011	1,98	0,71	88	90	450	2,13	0,65
TUBERIA-137	0,01	1,20	0,51	91	90	250	1,26	0,51
TUBERIA-138	0,01	2,06	0,72	90	92	500	2,20	0,66
TUBERIA-131	0,132	3,08	0,10	124	125	300	3,16	0,21
TUBERIA-132	0,025	2,02	0,45	125	126	300	2,10	0,48
TUBERIA-99	0,036	2,06	0,37	137	138	250	2,12	0,43
TUBERIA-100	0,038	2,67	0,58	138	139	300	2,82	0,55

Continua →

**Tabla 42***Datos comparativos de alcantarillado sanitario PVC en el programa SewerCAD.*

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-1	0,052	0,47	0,01	1	2	200	0,45	0,02
TUBERIA-2	0,052	0,52	0,01	2	3	200	0,45	0,02
TUBERIA-3	0,032	0,47	0,02	5	4	200	0,46	0,03
TUBERIA-4	0,03	0,49	0,03	4	3	200	0,48	0,03
TUBERIA-5	0,066	0,76	0,03	3	6	200	0,71	0,03
TUBERIA-6	0,026	0,56	0,06	7	6	200	0,58	0,05
TUBERIA-7	0,013	0,51	0,16	9	8	200	0,41	0,09
TUBERIA-8	0,01	0,54	0,33	8	6	200	0,48	0,14
TUBERIA-9	0,021	0,86	0,17	6	10	200	0,76	0,15
TUBERIA-10	0,016	0,47	0,09	11	10	200	0,45	0,06
TUBERIA-11	0,015	0,50	0,11	13	12	200	0,45	0,07
TUBERIA-12	0,01	0,50	0,25	12	10	200	0,42	0,12
TUBERIA-13	0,042	1,30	0,2	10	14	200	1,13	0,17
TUBERIA-14	0,01	0,46	0,18	15	14	200	0,42	0,10
TUBERIA-15	0,016	0,56	0,14	17	16	200	0,46	0,09
TUBERIA-16	0,023	0,74	0,2	16	14	200	0,65	0,11
TUBERIA-17	0,018	1,07	0,22	14	18	200	0,97	0,25
TUBERIA-18	0,037	1,43	0,17	18	19	200	1,24	0,21
TUBERIA-19	0,015	0,52	0,1	24	23	200	0,45	0,08
TUBERIA-20	0,012	0,56	0,25	23	22	200	0,47	0,12
TUBERIA-21	0,016	0,65	0,15	22	19	200	0,60	0,12
TUBERIA-22	0,054	1,75	0,20	19	25	200	1,55	0,21
TUBERIA-23	0,022	0,58	0,1	31	30	200	0,53	0,07
TUBERIA-24	0,024	0,70	0,15	30	29	200	0,55	0,09
TUBERIA-25	0,024	0,75	0,2	29	25	200	0,66	0,11
TUBERIA-26	0,052	1,82	0,15	25	32	200	1,60	0,24
TUBERIA-27	0,05	1,82	0,22	32	36	200	1,60	0,25
TUBERIA-28	0,054	1,90	0,11	36	40	200	1,66	0,25
TUBERIA-29	0,047	1,83	0,25	40	44	200	1,58	0,27
TUBERIA-30	0,015	0,43	0,08	46	45	200	0,46	0,06
TUBERIA-31	0,011	0,49	0,2	45	44	200	0,45	0,11
TUBERIA-32	0,036	1,69	0,26	44	48	200	1,51	0,30
TUBERIA-33	0,032	2,54	0,59	20	21	250	2,40	0,62
TUBERIA-34	0,057	3,48	0,15	21	28	600	3,10	0,19
TUBERIA-35	0,025	2,07	0,43	26	27	250	1,94	0,51
TUBERIA-36	0,044	3,09	0,64	27	28	250	2,91	0,66
TUBERIA-37	0,057	4,32	0,18	28	35	600	3,90	0,30

Continua →



SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-38	0,036	2,44	0,43	33	34	200	2,24	0,47
TUBERIA-39	0,04	3,04	0,45	34	35	300	2,84	0,53
TUBERIA-40	0,038	4,03	0,28	35	39	700	3,72	0,31
TUBERIA-41	0,032	2,30	0,43	37	38	200	2,13	0,48
TUBERIA-42	0,035	2,92	0,5	38	39	300	2,74	0,56
TUBERIA-43	0,021	3,49	0,35	39	43	700	3,33	0,45
TUBERIA-44	0,021	1,99	0,32	41	42	300	1,85	0,43
TUBERIA-45	0,01	1,85	0,59	42	43	400	1,82	0,60
TUBERIA-46	0,025	3,97	0,38	43	47	800	3,77	0,40
TUBERIA-47	0,049	5,23	0,22	47	92	800	4,84	0,33
TUBERIA-48	0,037	0,56	0,03	57	58	200	0,53	0,03
TUBERIA-49	0,039	0,76	0,04	58	59	200	0,70	0,06
TUBERIA-50	0,051	1,02	0,07	59	60	200	0,81	0,09
TUBERIA-51	0,039	0,97	0,2	60	61	200	0,83	0,11
TUBERIA-52	0,071	1,23	0,07	61	62	200	0,96	0,09
TUBERIA-53	0,078	1,27	0,06	62	63	200	1,00	0,09
TUBERIA-54	0,089	1,32	0,07	63	70	200	1,07	0,08
TUBERIA-55	0,05	0,79	0,03	56	55	200	0,79	0,05
TUBERIA-56	0,06	1,00	0,05	55	54	200	0,87	0,07
TUBERIA-57	0,013	0,34	0,02	53	54	200	0,34	0,03
TUBERIA-58	0,034	0,94	0,1	54	64	200	0,78	0,12
TUBERIA-59	0,027	0,93	0,12	64	65	200	0,78	0,14
TUBERIA-60	0,032	1,05	0,13	65	66	200	0,93	0,15
TUBERIA-61	0,045	1,25	0,13	66	67	200	1,10	0,15
TUBERIA-62	0,04	1,36	0,15	67	68	200	1,21	0,18
TUBERIA-63	0,06	1,62	0,16	68	69	200	1,41	0,17
TUBERIA-64	0,083	1,86	0,15	69	70	200	1,58	0,16
TUBERIA-65	0,089	2,08	0,17	70	71	200	1,80	0,18
TUBERIA-67	0,044	0,80	0,06	75	74	200	0,75	0,06
TUBERIA-68	0,054	1,01	0,07	74	73	200	0,83	0,08
TUBERIA-69	0,073	1,24	0,07	73	72	200	0,97	0,09
TUBERIA-70	0,067	1,27	0,09	72	71	200	1,10	0,10
TUBERIA-71	0,024	1,33	0,19	71	81	200	1,15	0,21
TUBERIA-72	0,013	1,05	0,21	81	80	200	0,95	0,25
TUBERIA-74	0,053	0,61	0,02	52	51	200	0,60	0,03
TUBERIA-75	0,042	0,55	0,02	51	50	200	0,53	0,03
TUBERIA-76	0,03	0,63	0,04	50	49	200	0,65	0,06
TUBERIA-77	0,037	0,74	0,05	49	76	200	0,69	0,06
TUBERIA-78	0,042	0,85	0,06	76	77	200	0,74	0,07

Continúa →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-79	0,037	0,91	0,08	77	78	200	0,81	0,10
TUBERIA-80	0,035	0,96	0,1	78	79	200	0,79	0,12
TUBERIA-81	0,022	0,84	0,11	79	80	200	0,71	0,14
TUBERIA-82	0,011	1,03	0,29	80	82	200	0,97	0,40
TUBERIA-83	0,01	1,01	0,36	82	83	200	0,95	0,41
TUBERIA-85	0,01	1,02	0,39	48	90	200	0,96	0,43
TUBERIA-86	0,02	0,48	0,04	91	90	200	0,51	0,05
TUBERIA-87	0,029	1,58	0,29	90	89	200	1,43	0,31
TUBERIA-88	0,047	1,93	0,27	89	88	200	1,70	0,30
TUBERIA-89	0,031	1,65	0,28	88	87	200	1,47	0,32
TUBERIA-90	0,025	1,53	0,31	87	86	200	1,38	0,35
TUBERIA-91	0,042	1,86	0,28	86	83	200	1,65	0,31
TUBERIA-92	0,009	1,17	0,56	83	84	200	1,20	0,66
TUBERIA-93	0,016	1,49	0,52	84	85	200	1,42	0,57
TUBERIA-94	0,018	1,57	0,52	85	103	200	1,47	0,55
TUBERIA-96	0,032	4,43	0,59	92	93	600	4,27	0,61
TUBERIA-97	0,035	4,62	0,56	93	94	600	4,43	0,59
TUBERIA-98	0,04	4,88	0,52	94	95	600	4,67	0,57
TUBERIA-99	0,036	0,71	0,08	97	96	200	0,72	0,06
TUBERIA-100	0,033	0,75	0,11	96	95	200	0,63	0,08
TUBERIA-102	0,04	4,90	0,52	95	98	600	4,66	0,57
TUBERIA-103	0,018	0,49	0,04	100	99	200	0,52	0,06
TUBERIA-104	0,029	0,71	0,05	99	98	200	0,61	0,07
TUBERIA-105	0,044	5,08	0,49	98	101	600	4,83	0,55
TUBERIA-106	0,01	1,22	0,69	103	102	200	1,20	0,67
TUBERIA-107	0,019	1,60	0,5	102	101	200	1,51	0,55
TUBERIA-108	0,035	4,66	0,58	101	104	600	4,49	0,60
TUBERIA-109	0,03	0,56	0,05	106	105	200	0,57	0,04
TUBERIA-110	0,025	0,59	0,05	105	104	200	0,61	0,06
TUBERIA-111	0,03	4,39	0,63	104	121	600	4,26	0,63
TUBERIA-112	0,029	4,26	0,65	121	122	600	4,16	0,65
TUBERIA-113	0,016	3,38	0,59	122	123	700	3,35	0,60
TUBERIA-114	0,012	3,02	0,68	123	124	700	3,06	0,65
TUBERIA-115	0,033	4,56	0,4	124	125	700	4,32	0,48
TUBERIA-116	0,015	3,30	0,61	125	126	700	3,29	0,61
TUBERIA-117	0,056	0,75	0,04	113	114	200	0,76	0,04
TUBERIA-118	0,016	0,48	0,09	115	114	200	0,45	0,06
TUBERIA-119	0,026	0,75	0,18	114	116	200	0,68	0,10
TUBERIA-120	0,032	0,91	0,23	116	117	200	0,76	0,12

Continúa →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-121	0,02	0,75	0,3	117	118	200	0,67	0,13
TUBERIA-122	0,013	0,64	0,12	118	119	200	0,58	0,15
TUBERIA-123	0,014	0,67	0,12	119	120	200	0,57	0,14
TUBERIA-124	0,018	0,73	0,11	120	124	200	0,64	0,14
TUBERIA-125	0,05	0,64	0,03	161	162	200	0,62	0,03
TUBERIA-126	0,039	0,77	0,09	162	163	200	0,71	0,06
TUBERIA-127	0,118	0,84	0,01	160	154	200	0,76	0,02
TUBERIA-128	0,019	0,44	0,05	155	154	200	0,46	0,04
TUBERIA-129	0,034	0,60	0,05	159	158	200	0,61	0,04
TUBERIA-130	0,02	0,52	0,08	158	157	200	0,54	0,06
TUBERIA-131	0,01	0,45	0,1	157	156	200	0,42	0,10
TUBERIA-132	0,052	0,85	0,08	156	154	200	0,87	0,06
TUBERIA-133	0,109	1,39	0,1	154	153	200	1,18	0,07
TUBERIA-134	0,052	1,06	0,15	153	152	200	0,82	0,09
TUBERIA-135	0,128	1,51	0,1	152	151	200	1,28	0,07
TUBERIA-136	0,096	1,35	0,12	151	147	200	1,11	0,08
TUBERIA-137	0,018	0,75	0,33	147	146	200	0,64	0,14
TUBERIA-138	0,2	1,90	0,061	146	138	200	1,60	0,07
TUBERIA-139	0,015	0,45	0,08	145	144	200	0,48	0,06
TUBERIA-140	0,032	0,66	0,08	144	143	200	0,68	0,06
TUBERIA-141	0,101	1,12	0,05	143	142	200	1,10	0,05
TUBERIA-142	0,096	1,17	0,07	142	141	200	1,17	0,06
TUBERIA-143	0,055	0,98	0,06	141	140	200	0,84	0,07
TUBERIA-144	0,065	1,11	0,05	140	139	200	0,92	0,08
TUBERIA-145	0,161	1,59	0,05	139	138	200	1,56	0,06
TUBERIA-146	0,145	1,98	0,1	138	137	200	1,61	0,11
TUBERIA-147	0,125	1,90	0,11	137	136	200	1,50	0,12
TUBERIA-148	0,131	1,98	0,11	136	135	200	1,54	0,12
TUBERIA-149	0,142	2,07	0,11	135	134	200	1,80	0,12
TUBERIA-150	0,032	1,19	0,15	134	133	200	1,02	0,18
TUBERIA-151	0,047	1,43	0,15	133	132	200	1,25	0,17
TUBERIA-152	0,036	1,31	0,17	132	131	200	1,14	0,19
TUBERIA-153	0,03	1,23	0,17	131	130	200	1,08	0,20
TUBERIA-154	0,021	1,09	0,19	130	129	200	0,97	0,22
TUBERIA-155	0,066	1,71	0,52	129	128	200	1,48	0,17
TUBERIA-156	0,038	1,40	0,75	128	127	200	1,21	0,20
TUBERIA-157	0,111	0,84	0,02	148	149	200	0,81	0,02
TUBERIA-158	0,034	0,64	0,06	149	150	200	0,65	0,05
TUBERIA-160	0,035	0,77	0,05	107	108	200	0,67	0,07

Continúa →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-161	0,013	0,46	0,08	109	108	200	0,41	0,07
TUBERIA-162	0,01	0,57	0,13	108	110	200	0,52	0,15
TUBERIA-163	0,023	0,44	0,03	111	110	200	0,45	0,03
TUBERIA-164	0,01	0,61	0,15	110	112	200	0,55	0,17
CO-173	0,033	0,60	0,05	52	75	200	0,61	0,04
CO-175	0,023	0,40	0,02	49	48	200	0,39	0,03
CO-177	0,047	0,63	0,03	91	92	200	0,62	0,03
CO-179	0,025	0,46	0,03	96	87	200	0,47	0,03
CO-181	0,028	0,58	0,06	106	107	200	0,58	0,05
CO-183	0,052	0,61	0,02	53	52	200	0,59	0,03

**Tabla 43**

*Datos comparativos de alcantarillado pluvial HS en el programa SewerCAD.*

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocit y (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-1	0,019	1,16	0,26	1	2	250	1,19	0,35
TUBERIA-2	0,025	1,37	0,30	4	3	250	1,4	0,38
TUBERIA-3	0,026	1,49	0,25	3	2	300	1,52	0,33
TUBERIA-4	0,075	2,54	0,25	2	5	300	2,59	0,33
TUBERIA-5	0,028	1,80	0,73	6	5	250	1,93	0,64
TUBERIA-6	0,01	1,41	0,59	8	7	400	1,49	0,56
TUBERIA-7	0,01	1,62	0,56	7	5	500	1,71	0,54
TUBERIA-8	0,021	2,48	0,68	5	9	500	2,65	0,61
TUBERIA-9	0,016	1,49	0,41	10	9	350	1,55	0,45
TUBERIA-10	0,01	1,33	0,65	12	11	350	1,41	0,60
TUBERIA-11	0,01	1,51	0,57	11	9	450	1,6	0,55
TUBERIA-12	0,047	3,82	0,61	9	13	550	4,03	0,57
TUBERIA-13	0,01	1,26	0,54	14	13	350	1,34	0,53
TUBERIA-14	0,01	1,40	0,58	16	15	400	1,49	0,56
TUBERIA-15	0,025	2,26	0,60	15	13	400	2,39	0,57
TUBERIA-16	0,024	3,32	0,69	13	17	700	3,53	0,62
TUBERIA-17	0,01	1,41	0,58	19	18	400	1,49	0,56
TUBERIA-18	0,012	1,72	0,66	18	17	450	1,83	0,60
TUBERIA-19	0,051	4,63	0,59	17	20	700	4,89	0,56
TUBERIA-20	0,02	1,83	0,41	22	21	400	1,91	0,46
TUBERIA-21	0,023	2,17	0,65	21	20	400	2,31	0,59

Continua →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocit y (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-22	0,05	4,81	0,70	20	23	700	5,13	0,63
TUBERIA-23	0,049	4,78	0,74	23	24	700	5,13	0,65
TUBERIA-24	0,049	4,83	0,78	24	25	700	5,2	0,67
TUBERIA-25	0,048	4,83	0,81	25	26	700	5,22	0,69
TUBERIA-26	0,012	1,30	0,58	28	27	300	1,37	0,56
TUBERIA-27	0,01	1,44	0,65	27	26	400	1,53	0,59
TUBERIA-28	0,042	4,75	0,67	26	29	800	5,04	0,61
TUBERIA-29	0,034	2,11	0,54	38	39	300	2,22	0,53
TUBERIA-30	0,035	2,46	0,64	39	40	350	2,6	0,59
TUBERIA-31	0,055	3,30	0,57	40	41	400	3,49	0,55
TUBERIA-32	0,013	1,94	0,64	41	42	500	2,05	0,59
TUBERIA-33	0,017	2,12	0,57	42	46	500	2,22	0,54
TUBERIA-34	0,04	2,26	0,51	37	36	300	2,34	0,52
TUBERIA-35	0,064	3,12	0,48	36	35	350	3,27	0,50
TUBERIA-36	0,013	1,29	0,51	34	35	300	1,35	0,51
TUBERIA-37	0,031	2,67	0,79	35	43	400	2,88	0,68
TUBERIA-38	0,028	2,79	0,62	43	44	500	2,95	0,58
TUBERIA-39	0,034	3,10	0,65	44	45	500	3,29	0,60
TUBERIA-40	0,044	3,56	0,69	45	46	500	3,79	0,62
TUBERIA-41	0,042	3,92	0,68	46	47	600	4,17	0,61
TUBERIA-42	0,051	4,26	0,64	47	48	600	4,53	0,59
TUBERIA-44	0,095	3,27	0,65	49	50	250	3,47	0,60
TUBERIA-46	0,04	2,43	0,71	54	53	300	2,59	0,63
TUBERIA-47	0,057	3,06	0,57	53	52	350	3,22	0,55
TUBERIA-48	0,08	3,71	0,63	52	51	350	3,95	0,58
TUBERIA-49	0,064	3,62	0,61	51	50	400	3,82	0,57
TUBERIA-51	0,053	2,24	0,29	33	32	300	2,3	0,37
TUBERIA-52	0,045	2,37	0,49	32	31	300	2,48	0,50
TUBERIA-53	0,032	2,42	0,48	31	30	400	2,53	0,50
TUBERIA-54	0,04	2,71	0,48	30	55	400	2,82	0,50
TUBERIA-55	0,047	2,98	0,52	55	56	400	3,09	0,52
TUBERIA-56	0,038	2,89	0,73	56	57	400	3,1	0,64
TUBERIA-57	0,036	2,98	0,67	57	58	450	3,16	0,61
TUBERIA-58	0,021	2,47	0,73	58	59	500	2,64	0,64
TUBERIA-59	0,012	2,07	0,65	59	60	600	2,21	0,60
TUBERIA-60	0,013	2,16	0,67	60	61	600	2,29	0,60
TUBERIA-62	0,048	2,44	0,48	67	66	300	2,56	0,50
TUBERIA-63	0,033	2,36	0,60	66	65	350	2,5	0,57
TUBERIA-64	0,024	2,26	0,68	65	64	400	2,41	0,61

Continúa →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocit y (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-65	0,04	2,85	0,61	64	61	400	3,01	0,57
TUBERIA-66	0,021	2,89	0,54	61	62	700	3,08	0,57
TUBERIA-67	0,016	2,60	0,62	62	63	700	2,84	0,61
TUBERIA-68	0,015	2,54	0,64	63	83	700	2,77	0,62
TUBERIA-70	0,015	3,21	0,85	29	68	900	3,46	0,70
TUBERIA-71	0,013	3,02	0,94	68	69	900	3,32	0,76
TUBERIA-72	0,014	3,11	0,92	69	70	900	3,41	0,75
TUBERIA-73	0,028	4,14	0,66	70	71	900	4,37	0,59
TUBERIA-74	0,03	4,30	0,64	71	72	900	4,54	0,58
TUBERIA-75	0,039	4,75	0,58	72	73	900	4,98	0,55
TUBERIA-77	0,032	2,06	0,55	75	74	300	2,08	0,34
TUBERIA-78	0,031	2,18	0,36	74	73	400	2,33	0,67
TUBERIA-79	0,037	4,88	0,72	73	76	900	5,19	0,63
TUBERIA-80	0,036	4,83	0,73	76	77	900	5,13	0,63
TUBERIA-81	0,015	1,44	0,62	79	78	300	1,54	0,58
TUBERIA-82	0,028	2,07	0,78	78	77	300	2,23	0,69
TUBERIA-83	0,033	4,74	0,78	77	80	900	5,09	0,67
TUBERIA-84	0,034	4,80	0,79	80	81	900	5,15	0,67
TUBERIA-85	0,012	2,41	0,76	83	82	700	2,65	0,70
TUBERIA-86	0,014	2,54	0,77	82	81	700	2,79	0,70
TUBERIA-87	0,032	4,97	0,82	81	84	1000	5,39	0,70
TUBERIA-88	0,026	1,68	0,61	86	85	250	1,78	0,57
TUBERIA-89	0,027	1,86	0,25	85	84	400	1,91	0,34
TUBERIA-90	0,03	4,90	0,79	84	98	1000	5,39	0,75
TUBERIA-91	0,031	4,97	0,79	98	99	1000	5,46	0,75
TUBERIA-92	0,031	4,98	0,80	99	100	1000	5,49	0,76
TUBERIA-93	0,031	4,98	0,80	100	101	1000	5,49	0,76
TUBERIA-94	0,03	4,00	0,80	101	102	1000	5,44	0,77
TUBERIA-95	0,054	2,35	0,33	93	94	300	2,43	0,40
TUBERIA-96	0,01	1,16	0,27	95	94	400	1,19	0,36
TUBERIA-97	0,026	2,21	0,52	94	96	400	2,29	0,52
TUBERIA-98	0,029	2,52	0,72	96	97	400	2,69	0,64
TUBERIA-99	0,036	1,82	0,43	137	138	250	2,34	0,72
TUBERIA-100	0,038	2,35	0,68	138	139	300	2,49	0,61
TUBERIA-101	0,122	2,59	0,11	136	130	300	2,64	0,22
TUBERIA-102	0,021	1,48	0,33	131	130	300	1,52	0,40
TUBERIA-103	0,032	1,83	0,36	135	134	300	1,89	0,42
TUBERIA-104	0,02	1,62	0,56	134	133	300	1,72	0,55
TUBERIA-105	0,01	1,41	0,56	133	132	400	1,48	0,55

Continua →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocit y (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-106	0,058	2,70	0,24	132	130	400	2,77	0,33
TUBERIA-107	0,115	4,17	0,34	130	129	400	4,28	0,41
TUBERIA-108	0,051	3,08	0,51	129	128	400	3,2	0,52
TUBERIA-109	0,123	4,35	0,35	128	127	400	4,5	0,42
TUBERIA-110	0,11	4,19	0,38	127	123	400	4,33	0,43
TUBERIA-111	0,042	2,99	0,69	123	122	400	3,2	0,61
TUBERIA-112	0,154	4,92	0,21	122	114	500	5,02	0,31
TUBERIA-113	0,01	1,22	0,71	121	120	300	1,3	0,63
TUBERIA-114	0,03	1,99	0,56	120	119	300	2,1	0,54
TUBERIA-115	0,1	3,35	0,40	119	118	300	3,49	0,45
TUBERIA-116	0,095	3,49	0,52	118	117	300	3,61	0,52
TUBERIA-117	0,045	2,72	0,40	117	116	400	2,83	0,45
TUBERIA-118	0,07	3,36	0,38	116	115	400	3,49	0,44
TUBERIA-119	0,158	4,60	0,27	115	114	400	4,71	0,36
TUBERIA-120	0,11	5,08	0,44	114	113	500	5,29	0,47
TUBERIA-121	0,116	5,17	0,27	113	112	600	5,29	0,36
TUBERIA-122	0,109	5,15	0,30	112	111	600	5,31	0,68
TUBERIA-123	0,105	5,14	0,32	111	110	600	5,29	0,40
TUBERIA-124	0,052	4,06	0,50	110	109	600	4,25	0,51
TUBERIA-125	0,045	3,93	0,59	109	108	600	4,15	0,56
TUBERIA-126	0,035	3,62	0,71	108	107	600	3,85	0,63
TUBERIA-127	0,033	3,53	0,72	107	106	600	3,8	0,65
TUBERIA-128	0,029	3,38	0,73	106	105	600	3,66	0,70
TUBERIA-129	0,053	4,35	0,63	105	104	600	4,6	0,59
TUBERIA-130	0,044	4,08	0,74	104	103	600	4,38	0,65
TUBERIA-131	0,132	2,74	0,12	124	125	300	2,74	0,23
TUBERIA-132	0,024	1,78	0,53	125	126	300	1,88	0,53
TUBERIA-134	0,036	2,35	0,79	87	88	300	2,52	0,68
TUBERIA-135	0,01	1,30	0,59	89	88	350	1,36	0,56
TUBERIA-136	0,011	1,76	0,66	88	90	500	1,87	0,68
TUBERIA-137	0,01	1,06	0,60	91	90	250	1,12	0,38
TUBERIA-138	0,01	1,81	0,69	90	92	550	1,93	0,45
CO-148	0,052	2,00	0,31	34	33	250	2,06	0,39
CO-150	0,031	1,85	0,63	33	54	250	1,97	0,58
CO-152	0,02	1,40	0,49	30	29	250	1,47	0,50
CO-154	0,032	1,68	0,40	68	67	250	1,74	0,44
CO-162	0,023	1,44	0,43	74	65	250	1,49	0,47
CO-164	0,026	1,80	0,48	86	87	300	1,88	0,50
CO-166	0,094	2,54	0,26	48	49	250	2,59	0,34

Continúa →

**Tabla 44***Datos comparativos de alcantarillado sanitario HS en el programa SewerCAD.*

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-1	0,052	0,42	0,15	1	2	200	0,45	0,02
TUBERIA-2	0,052	0,48	0,01	2	3	200	0,45	0,02
TUBERIA-3	0,032	0,43	0,02	5	4	200	0,46	0,03
TUBERIA-4	0,03	0,47	0,03	4	3	200	0,52	0,03
TUBERIA-5	0,066	0,73	0,03	3	6	200	0,77	0,03
TUBERIA-6	0,026	0,53	0,04	7	6	200	0,59	0,05
TUBERIA-7	0,013	0,5	0,08	9	8	200	0,49	0,10
TUBERIA-8	0,01	0,54	0,12	8	6	200	0,52	0,14
TUBERIA-9	0,021	0,84	0,13	6	10	200	0,8	0,16
TUBERIA-10	0,016	0,46	0,05	11	10	200	0,45	0,07
TUBERIA-11	0,015	0,49	0,06	13	12	200	0,45	0,08
TUBERIA-12	0,01	0,5	0,10	12	10	200	0,48	0,13
TUBERIA-13	0,042	1,25	0,14	10	14	200	1,18	0,17
TUBERIA-14	0,01	0,45	0,09	15	14	200	0,42	0,11
TUBERIA-15	0,016	0,54	0,07	17	16	200	0,46	0,09
TUBERIA-16	0,023	0,71	0,09	16	14	200	0,65	0,11
TUBERIA-17	0,018	1,06	0,22	14	18	200	0,99	0,26
TUBERIA-18	0,037	1,38	0,18	18	19	200	1,28	0,22
TUBERIA-19	0,015	0,51	0,07	24	23	200	0,45	0,09
TUBERIA-20	0,012	0,55	0,10	23	22	200	0,53	0,13
TUBERIA-21	0,016	0,64	0,11	22	19	200	0,6	0,13
TUBERIA-22	0,054	1,68	0,18	19	25	200	1,59	0,22
TUBERIA-23	0,022	0,57	0,06	31	30	200	0,53	0,07
TUBERIA-24	0,024	0,67	0,08	30	29	200	0,55	0,10
TUBERIA-25	0,024	0,72	0,09	29	25	200	0,66	0,11
TUBERIA-26	0,052	1,75	0,21	25	32	200	1,63	0,25
TUBERIA-27	0,05	1,75	0,22	32	36	200	1,63	0,26
TUBERIA-28	0,054	1,83	0,22	36	40	200	1,69	0,27
TUBERIA-29	0,047	1,76	0,23	40	44	200	1,65	0,28
TUBERIA-30	0,015	0,42	0,05	46	45	200	0,47	0,06
TUBERIA-31	0,011	0,49	0,09	45	44	200	0,45	0,11
TUBERIA-32	0,036	1,64	0,25	44	48	200	1,53	0,31
TUBERIA-33	0,032	2,40	0,51	20	21	250	2,40	0,62
TUBERIA-34	0,057	3,32	0,16	21	28	600	3,10	0,19
TUBERIA-35	0,025	1,99	0,42	26	27	250	1,94	0,51
TUBERIA-36	0,044	2,87	0,54	27	28	250	2,91	0,66

Continua →



SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-37	0,057	4,15	0,24	28	35	600	3,90	0,30
TUBERIA-38	0,036	2,25	0,39	33	34	200	2,24	0,47
TUBERIA-39	0,04	2,89	0,43	34	35	300	2,84	0,53
TUBERIA-40	0,038	3,93	0,26	35	39	700	3,72	0,31
TUBERIA-41	0,032	2,13	0,39	37	38	200	2,13	0,48
TUBERIA-42	0,035	2,78	0,46	38	39	300	2,74	0,56
TUBERIA-43	0,021	3,47	0,37	39	43	700	3,33	0,45
TUBERIA-44	0,021	1,94	0,35	41	42	300	1,85	0,43
TUBERIA-45	0,01	1,84	0,49	42	43	400	1,83	0,60
TUBERIA-46	0,025	3,94	0,33	43	47	800	3,77	0,40
TUBERIA-47	0,049	5,1	0,27	47	92	800	4,84	0,34
TUBERIA-48	0,037	0,52	0,03	57	58	200	0,58	0,03
TUBERIA-49	0,039	0,73	0,05	58	59	200	0,70	0,07
TUBERIA-50	0,051	0,95	0,07	59	60	200	0,81	0,09
TUBERIA-51	0,039	0,92	0,09	60	61	200	0,83	0,11
TUBERIA-52	0,071	1,14	0,08	61	62	200	0,96	0,09
TUBERIA-53	0,078	1,18	0,07	62	63	200	1,00	0,09
TUBERIA-54	0,089	1,24	0,07	63	70	200	1,07	0,09
TUBERIA-55	0,05	0,74	0,04	56	55	200	0,82	0,05
TUBERIA-56	0,06	0,95	0,06	55	54	200	0,87	0,08
TUBERIA-57	0,013	0,32	0,03	53	54	200	0,36	0,04
TUBERIA-58	0,034	0,91	0,10	54	64	200	0,88	0,12
TUBERIA-59	0,027	0,9	0,12	64	65	200	0,85	0,15
TUBERIA-60	0,032	1,02	0,13	65	66	200	0,93	0,16
TUBERIA-61	0,045	1,2	0,13	66	67	200	1,10	0,15
TUBERIA-62	0,040	1,17	0,15	67	68	200	1,21	0,19
TUBERIA-63	0,060	1,38	0,15	68	69	200	1,41	0,18
TUBERIA-64	0,083	1,58	0,14	69	70	200	1,66	0,17
TUBERIA-65	0,089	1,84	0,15	70	71	200	1,87	0,19
TUBERIA-67	0,044	0,87	0,05	75	74	200	0,75	0,07
TUBERIA-68	0,054	1,03	0,07	74	73	200	0,83	0,09
TUBERIA-69	0,073	1,23	0,08	73	72	200	0,97	0,09
TUBERIA-70	0,067	1,26	0,09	72	71	200	1,10	0,11
TUBERIA-71	0,024	1,23	0,18	71	81	250	1,19	0,22
TUBERIA-72	0,013	1,00	0,22	81	80	250	0,96	0,26
TUBERIA-74	0,053	0,56	0,02	52	51	200	0,60	0,03
TUBERIA-75	0,042	0,51	0,02	51	50	200	0,57	0,03
TUBERIA-76	0,03	0,6	0,05	50	49	200	0,67	0,06
TUBERIA-77	0,037	0,71	0,05	49	76	200	0,69	0,07

Continua →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-78	0,042	0,81	0,06	76	77	200	0,74	0,08
TUBERIA-79	0,037	0,87	0,09	77	78	200	0,81	0,11
TUBERIA-80	0,035	0,92	0,10	78	79	200	0,89	0,13
TUBERIA-81	0,022	0,81	0,12	79	80	200	0,78	0,15
TUBERIA-82	0,011	1,01	0,35	80	82	200	1,00	0,42
TUBERIA-83	0,010	0,99	0,36	82	83	200	0,98	0,44
TUBERIA-85	0,010	1,02	0,37	48	90	200	1,00	0,45
TUBERIA-86	0,02	0,47	0,04	91	90	200	0,52	0,05
TUBERIA-87	0,029	1,85	0,27	90	89	200	1,46	0,33
TUBERIA-88	0,047	2,21	0,25	89	88	200	1,73	0,31
TUBERIA-89	0,031	1,9	0,27	88	87	200	1,53	0,34
TUBERIA-90	0,025	1,76	0,30	87	86	200	1,43	0,37
TUBERIA-91	0,042	2,13	0,26	86	83	200	1,69	0,32
TUBERIA-92	0,009	1,29	0,40	83	84	250	1,2	0,49
TUBERIA-93	0,016	1,62	0,03	84	85	250	1,42	0,43
TUBERIA-94	0,018	1,7	0,34	85	103	250	1,48	0,41
TUBERIA-96	0,032	4,29	0,50	92	93	600	4,27	0,61
TUBERIA-97	0,035	4,47	0,48	93	94	600	4,45	0,59
TUBERIA-98	0,04	4,72	0,46	94	95	600	4,67	0,57
TUBERIA-99	0,036	0,66	0,05	97	96	200	0,74	0,06
TUBERIA-100	0,033	0,71	0,07	96	95	200	0,63	0,08
TUBERIA-102	0,04	4,74	0,46	95	98	600	4,66	0,57
TUBERIA-103	0,018	0,48	0,05	100	99	200	0,48	0,06
TUBERIA-104	0,029	0,68	0,06	99	98	200	0,61	0,08
TUBERIA-105	0,044	4,9	0,45	98	101	600	4,83	0,55
TUBERIA-106	0,012	1,47	0,38	103	102	250	1,31	0,46
TUBERIA-107	0,019	1,72	0,34	102	101	250	1,51	0,42
TUBERIA-108	0,032	4,35	0,51	101	104	600	4,35	0,62
TUBERIA-109	0,03	0,53	0,04	106	105	200	0,59	0,04
TUBERIA-110	0,025	0,56	0,05	105	104	200	0,57	0,06
TUBERIA-111	0,03	4,26	0,52	104	121	600	4,26	0,63
TUBERIA-112	0,028	4,14	0,53	121	122	600	4,17	0,65
TUBERIA-113	0,027	4,15	0,42	122	123	700	4,04	0,51
TUBERIA-114	0,028	4,19	0,42	123	124	700	4,06	0,51
TUBERIA-115	0,035	4,6	0,39	124	125	700	4,44	0,48
TUBERIA-116	0,033	4,5	0,40	125	126	700	4,35	0,48
TUBERIA-117	0,056	0,71	0,03	113	114	200	0,78	0,04
TUBERIA-118	0,016	0,47	0,06	115	114	200	0,45	0,07
TUBERIA-119	0,026	0,73	0,09	114	116	200	0,68	0,11

Continua →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-120	0,032	0,88	0,10	116	117	200	0,76	0,12
TUBERIA-121	0,02	0,74	0,11	117	118	200	0,67	0,14
TUBERIA-122	0,013	0,64	0,13	118	119	200	0,58	0,15
TUBERIA-123	0,023	0,78	0,11	119	120	200	0,72	0,13
TUBERIA-124	0,031	0,87	0,10	120	124	200	0,84	0,12
TUBERIA-125	0,05	0,59	0,03	161	162	200	0,62	0,03
TUBERIA-126	0,039	0,74	0,06	162	163	200	0,71	0,07
TUBERIA-127	0,118	0,75	0,02	160	154	200	0,84	0,02
TUBERIA-128	0,019	0,23	0,04	155	154	200	0,47	0,04
TUBERIA-129	0,034	0,52	0,04	159	158	200	0,63	0,04
TUBERIA-130	0,02	0,56	0,05	158	157	200	0,51	0,06
TUBERIA-131	0,01	0,45	0,09	157	156	200	0,42	0,10
TUBERIA-132	0,052	0,88	0,05	156	154	200	0,82	0,06
TUBERIA-133	0,109	1,28	0,06	154	153	200	1,18	0,08
TUBERIA-134	0,052	1	0,08	153	152	200	0,97	0,10
TUBERIA-135	0,128	1,39	0,06	152	151	200	1,28	0,08
TUBERIA-136	0,096	1,26	0,07	151	147	200	1,11	0,09
TUBERIA-137	0,018	0,73	0,12	147	146	200	0,69	0,15
TUBERIA-138	0,2	1,74	0,06	146	138	200	1,6	0,08
TUBERIA-139	0,015	0,44	0,05	145	144	200	0,44	0,06
TUBERIA-140	0,032	0,63	0,05	144	143	200	0,7	0,06
TUBERIA-141	0,101	1,02	0,04	143	142	200	1,13	0,05
TUBERIA-142	0,096	1,08	0,05	142	141	200	1,21	0,06
TUBERIA-143	0,055	0,93	0,06	141	140	200	0,84	0,08
TUBERIA-144	0,065	1,04	0,07	140	139	200	0,92	0,08
TUBERIA-145	0,16	1,46	0,05	139	138	200	1,43	0,07
TUBERIA-146	0,145	1,84	0,10	138	137	200	1,61	0,12
TUBERIA-147	0,125	1,76	0,10	137	136	200	1,69	0,13
TUBERIA-148	0,131	1,83	0,11	136	135	200	1,72	0,13
TUBERIA-149	0,142	1,91	0,11	135	134	200	1,8	0,13
TUBERIA-150	0,032	1,15	0,15	134	133	200	1,07	0,19
TUBERIA-151	0,047	1,36	0,15	133	132	200	1,25	0,18
TUBERIA-152	0,036	1,27	0,16	132	131	200	1,19	0,19
TUBERIA-153	0,03	1,2	0,17	131	130	200	1,12	0,21
TUBERIA-154	0,021	1,07	0,19	130	129	200	1	0,23
TUBERIA-155	0,066	1,62	0,15	129	128	200	1,54	0,18
TUBERIA-156	0,038	1,36	0,17	128	127	200	1,25	0,21
TUBERIA-157	0,111	0,75	0,02	148	149	200	0,81	0,02
TUBERIA-158	0,034	0,6	0,04	149	150	200	0,68	0,05

Continua →

SEWERCAD				EXCEL				
Label	Slope (Calculated )	Velocity (m/s)	Flow/Capacit y (Desing)	Pz Inicial	Pz Final	Diametr o (mm)	Velocida d de Diseño (m/s)	Capacida d de Diseño
TUBERIA-160	0,035	0,74	0,06	107	108	200	0,67	0,08
TUBERIA-161	0,013	0,45	0,06	109	108	200	0,41	0,08
TUBERIA-162	0,01	0,58	0,13	108	110	200	0,52	0,16
TUBERIA-163	0,023	0,42	0,03	111	110	200	0,47	0,04
TUBERIA-164	0,01	0,69	0,14	110	112	200	0,58	0,17
CO-173	0,052	0,55	0,02	53	52	200	0,59	0,03
CO-175	0,032	0,56	0,04	52	75	200	0,62	0,05
CO-177	0,023	0,38	0,02	49	48	200	0,41	0,03
CO-179	0,043	0,58	0,03	91	92	200	0,64	0,04
CO-181	0,025	0,43	0,03	96	87	200	0,49	0,04
CO-183	0,026	0,54	0,05	106	107	200	0,61	0,06

El análisis de resultados en el software SewerCAD nos muestra que existe una pequeña diferencia sin embargo no afecta en el diseño ya que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

## CAPITULO VII

### 7. Presupuesto Referencial

El presupuesto referencial del proyecto se realizó en base al Reporte General de Rubros-abril 2019, proporcionado por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Rumiñahui, específicamente por el DAPAC-R, dentro de estos rubros se considera costos de mano de obra, materiales e instalación, entre otros.

El presupuesto del presente proyecto se encuentra dividido en dos partes, la alternativa N° 1 contempla en usos de tuberías de PVC para el alcantarillado sanitario y pluvial; mientras que la alternativa N° 2 plantea el uso de tuberías de hormigón simple tanto para alcantarillado sanitario como para el pluvial.

En el ANEXO H, se encuentran realizadas las dos alternativas de diseño, con sus respectivas cantidades y precios.

En la tabla 45 se presenta un resumen del presupuesto referencial tanto en PVC como en Hormigón.

**Tabla 45**  
*Resumen presupuesto referencial*

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>		
<b><u>SANITARIO</u></b>	<b>PVC</b>	<b>HORMIGÓN SIMPLE</b>
<i>Excavación</i>	\$ 23.598,09	\$ 23.810,94
<i>Tuberías</i>	\$ 304.717,58	\$ 174.729,37
<i>Pozos de Revisión</i>	\$ 192.978,85	\$ 183.190,77
<i>Varios</i>	\$ 539.806,95	\$ 702.822,73
<b><u>PLUVIAL</u></b>		
<i>Excavación</i>	\$ 21.030,48	\$ 21.137,44
<i>Tuberías</i>	\$ 835.276,51	\$ 559.655,71
<i>Pozos de Revisión</i>	\$ 153.273,41	\$ 161.541,70
<i>Varios</i>	\$ 601.063,67	\$ 917.570,24
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.671.745,54</b>	<b>\$ 2.744.458,90</b>

### **7.1.Análisis de Precios Unitarios**

El análisis de precios unitarios del proyecto se lo realizo en base al Reporte General de Rubros- abril 2019 como se mencionó anteriormente, dentro del análisis de cada rubro se contempla los costos directos e indirectos; dentro de los costos directos encontramos las herramientas, mano de obra, equipos y materiales; mientras que los costos indirectos comprenden gastos administrativos, imprevistos, impuestos y seguros.

En el ANEXO H, se puede Análisis de precios unitarios de cada rubro correspondiente al alcantarillado sanitario y pluvial.

### **7.2.Especificaciones Técnicas**

Las especificaciones técnicas fueron proporcionadas por el Departamento de Agua Potable, Alcantarillado y comercialización del cantón Rumiñahui, y se encuentran en el ANEXO H.

## CAPITULO VIII

### 8.1.Conclusiones

- Se verificó la altimetría del eje de la red actual de alcantarillado con un GPS proporcionado por la DAPAC-R, obteniendo resultados que se encuentran dentro del error máximo permitido.
- El levantamiento catastral y el uso de la cámara VeriSigh nos ayudó a determinar que el actual sistema de alcantarillado combinado se encuentra deteriorado, además, desde la fecha construcción han pasado más de 40 años, por lo que ya ha cumplido con su tiempo de vida útil y es necesario realizar un nuevo diseño.
- Para el cálculo hidráulico del alcantarillado sanitario se utilizó aportaciones de caudal de infiltración, caudal sanitario de aguas servidas y conexiones ilícitas.
- Se ejecutó un modelamiento hidráulico en SewerCAD V8i del nuevo diseño de alcantarillado sanitario y pluvial, y se determinó que no existe gran diferencia entre los resultados obtenidos en el software y la hoja electrónica de Excel.
- Se realizó un presupuesto referencial de las dos alternativas de material PVC y Hormigón Simple, y a través el análisis de precios unitarios se determinó que se debe emplear tuberías de PVC.
- El nuevo sistema de alcantarillado sanitario tiene una longitud total de 9,28 Km y un diámetro de 200mm y el pluvial tiene 8,21 Km con diámetros de 250 mm hasta los 1000mm.

## 8.2.Recomendaciones

- Para el rediseño se debe realizar un buen análisis al catastro efectuado y verificar estado actual de las tuberías y los pozos de revisión, no omitir ninguna observación, para que de esta manera el nuevo diseño contemple todas esas fallencias y les dé solución.
- Para el nuevo diseño del sistema de alcantarillado se recomienda realizar mantenimiento paulatinamente para evitar acumulación de basura o sedimentos en las alcantarillas.
- En la etapa de ejecución del proyecto los procesos constructivos deben ser elaborados correctamente para evitar errores que pueden poner en riesgo el diseño realizado.
- Socializar con los habitantes del sector de estudio, comunicarles que tipo de proyecto se va realizar en la zona, cuáles son los beneficios que ellos van a recibir como moradores, y pedir su autorización para realizar los trabajos que impliquen ingresar a sus lotes o viviendas.



## REFERENCIAS

- Actualización del estudio de lluvias intensas - INAMHI. (2015). *Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de presipitación*. Quito. Obtenido de [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO\\_DE\\_INTENSIDADES\\_V\\_FINAL.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf)
- Castellanos, M. H. (2012). *Formulas para cálculo de la muestra de poblaciones finitas*. Obtenido de <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>
- Duque, G., & Escobar, C. (2002). *Mecánica de suelos. Notas del curso Suelos I. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*. Obtenido de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45760335/Suelos.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSuelos.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190930%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45760335/Suelos.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSuelos.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190930%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date)
- EMAAP-Q. (2009). *Normas de diseño de alcantarillado para la EMAAP-Q*. Quito: V&M Gráficas. Obtenido de [http://desintecsa.com/Normativas/Ingenierias/NORMAS\\_ALCANTARILLADO\\_EM AAP.pdf](http://desintecsa.com/Normativas/Ingenierias/NORMAS_ALCANTARILLADO_EM AAP.pdf)
- Gadmur - Rumiñahui. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Cantón Rumiñahui 2012 - 2015*. Sangolquí. Obtenido de <http://181.112.151.212/Documentacion/Cant% C3% B3n% 20Rumi% C3% B1 ahui/pdyot -2014-2019.pdf>
- Gadmur. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial*. Obtenido de Actualización 2014 - 2019: <http://181.112.151.212/Documentacion/Cant% C3% B3n% 20Rumi% C3% B1 ahui/pdyot -2014-2019.pdf>
- Gadmur. (2014). *Rumiñahui Gobierno Municipal*. Obtenido de <http://181.112.151.212/Documentacion/Cant% C3% B3n% 20Rumi% C3% B1 ahui/pdyot -2014-2019.pdf>
- Ginés, F., Feliu, C., García-Ten, J., & Sanz, V. (1997). Análisis de los métodos tradicionales utilizados para evaluar la plasticidad. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*. Obtenido de <http://boletines.secv.es/upload/199736025.pdf>

- Gobierno Municipal de Rumiñahui. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial*. Obtenido de Actualización 2014 - 2019: <http://181.112.151.212/Documentacion/Cant%C3%B3n%20Rumi%C3%B1ahui/pdyot-2014-2019.pdf>
- Gutiérrez, J. C. (2009). *Bentley Communities*. Obtenido de Bentley Communities: [https://communities.bentley.com/other/old\\_site\\_member\\_blogs/bentley\\_employees/b/juan\\_gutierrezs\\_blog/posts/diferencias-entre-sewercad-y-sewergems](https://communities.bentley.com/other/old_site_member_blogs/bentley_employees/b/juan_gutierrezs_blog/posts/diferencias-entre-sewercad-y-sewergems)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1997). *Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C). Diseño de Instalaciones Sanitarias*. Quito: INEN. Obtenido de [https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_rural\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_rural_para_estudios_y_disenos.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS). (1992). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Quito.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de [www.inec.gob.ec/tabulados\\_CPV/3\\_TCA\\_PARR\\_NAC\\_POBL\\_1990\\_2001\\_2010.xls](http://www.inec.gob.ec/tabulados_CPV/3_TCA_PARR_NAC_POBL_1990_2001_2010.xls)
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI. (2013). *Estudio de lluvias intensas*. Quito.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI. (2014). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI. (2014). *Boletín*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI. (2019). *Boletín*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI. (2019). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI*. Obtenido de [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol\\_men.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_men.pdf)
- Lopez, P. L. (2004). *SciELO*. Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>
- Puy Santín, A. J. (2005). *UPCommons. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3282/53973-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- Rumiñahui, M. d. (2014). Plan de ordenamiento territorial. *Plan de ordenamiento territorial*, 27,28.
- Secretaria del Agua- SENAGUA. (2012). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado*. Quito. Obtenido de [https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_urbana\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf)
- Secretaria del Agua- SENAGUA. (2012). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado*. Quito. Obtenido de [https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_urbana\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf)
- Secretaria del Agua- SENAGUA. (2015). *Normas para estudio y diseño de agua potable y alcantarillado*. Quito.
- Secretaria del Agua, SENAGUA. (2012). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado*. Obtenido de [https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_urbana\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf)
- Secretaria Nacional del Agua. (2014). *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. Obtenido de [https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_rural\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_rural_para_estudios_y_disenos.pdf)