

Facultad de Tecnología de la Construcción

# “DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMARCA DE SAN ISIDRO DE BOLAS DE LA CIUDAD DE MANAGUA”

Taller Monográfico para optar al título de  
Ingeniero civil

## Elaborado por:

Br. Jonathan  
Guillermo Barrera  
Garay  
Carnet: 2016-0175U

Br. Kevin Orlando  
Vargas Alvarez  
Carnet: 2016-0582U

## Tutor:

M.Sc. Ing. Ricardo  
Javier Fajardo  
González

19 de junio de 2023  
Managua, Nicaragua

## **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios, por bendecirme todos los días de mi vida y haberme guiado durante todo el camino para cumplir mis objetivos y culminar mi carrera universitaria.

A mis padres, por el apoyo que me brindaron para cumplir este sueño, por inculcarme buenos valores, consejos y guiarme durante estos años de mi vida.

A mi hija Lohanna, quien es mi mayor motivación para culminar mis estudios y ser un ejemplo para ella.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera hicieron posible la culminación de mis estudios.

Jonathan Guillermo Barrera

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por darme la vida, salud y fortaleza cada día para llegar a este punto de mi vida y poder culminar este Taller Monográfico.

También a mi novia Denisse Carcache por todo el apoyo incondicional que me ha brindado durante este proceso de mi carrera y mi vida.

A mis padres y a mis hermanos que me ayudaron y apoyaron en el transcurso de mi carrera universitaria, a mi amigo Kevin quien es mi compañero de monografía.

A mi Tutor M.Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González por sus conocimientos y orientaciones brindados y por habernos guiado durante este proceso de culminación de estudios.

Jonathan Guillermo Barrera

## **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios, por guardarme de todo mal y permitirme culminar una etapa más.

A mi madre que cada día me insistió en culminar mis estudios y la cual trabajo duramente para yo poder seguir sin que me faltara nada, por sus consejos y su amor, a mi padre por enseñarme el valor de las cosas y que con esfuerzo todo se puede lograr.

Y a todas aquellas personas que me apoyaron tanto en conocimiento, como en experiencia en el área de la ingeniería.

Kevin Vargas Alvarez

## **Agradecimientos**

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este momento; por haberme dado las fuerzas en cada noche de desvelo durante se realizó este proyecto monográfico, a mi familia que han sido un gran apoyo para poder culminar mi carrera profesional, en especial a mi madre Juana Alvarez, Además, agradezco a cada uno de los maestros que me brindaron las bases para culminar con éxito.

Mi agradecimiento al M.Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González por su colaboración y orientación en la realización del presente trabajo, a mi amigo Jonathan barrera quien es mi compañero de monografía.

Agradezco al ing. Robin Ballesteros a quien considero un hermano que me brindo conocimientos y experiencia en mis comienzos laborales en el área de la construcción, alguien de quien aún sigo aprendiendo, a la ing. Emelin Medrano e ing. Armin Romero los cuales me brindaron sus conocimientos y la oportunidad de aprender, lo cual me fue útil en el área de la topografía, a mi novia Osiris Muñoz y mi amigo Josué Olivas quienes me apoyaron bajo el sol mientras realizábamos los censos.

Estoy muy agradecido con todas las personas que de cualquier manera me han apoyado durante el proceso de formación académica y personal

Kevin Vargas Alvarez

## **Resumen ejecutivo**

El presente documento corresponde al “Diseño de Alcantarillado Sanitario de la comarca de San Isidro de Bolas de la ciudad de Managua.” contiene los cálculos hidráulicos de la alternativa seleccionada (red de alcantarillado tipo convencional separada) con los planos respectivos.

De acuerdo con la topografía del sitio, se realizó el trazado de la red de recolección y se elaboró el diseño de alcantarillado sanitario con el programa SewerGEMS 10.03. Se analizó con un escenario de cálculo en modo físico y modo análisis para cumplir con los criterios hidráulico de la normativa vigente en el país.

El Proyecto contempla un área de cobertura de 94099.57 m<sup>2</sup> dentro del casco urbano con una proyección de 649 viviendas para una población de diseño de 3215 para el año 2048 (periodo de diseño; 25 años); incluyendo específicamente el diseño de redes de recolección de aguas residuales con un total de 4963.10 m de tubería PVC SDR-41 en diámetros desde 6”, 106 Pozos de visita tipo convencionales y 352 conexiones domiciliarias (en el año 2023), cálculo del presupuesto de obras por un monto total de ejecución de C\$ 17,860,318.69, antes de impuestos, se incluye el paquete de planos del diseño.

Además de lo mencionado anteriormente, se identifica el impacto que podría generar en la población y el medio ambiente en sí, presentando el desarrollo del proyecto tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación.

El estudio incluye una muestra censal mediante la implementación de encuesta, con la finalidad de analizar y comparar los datos de población obtenidos de ENACAL con los datos de INIDE y verificar el grado de confiabilidad de estos.

# ÍNDICE

I.	Generalidades .....	1
1.1	Introducción .....	1
1.2	Antecedente .....	1
1.3	Justificación .....	2
II.	Objetivos .....	4
2.1	Objetivo general .....	4
2.2	Objetivos específicos: .....	4
III.	Marco teórico .....	5
3.1	Estudios básicos .....	5
3.1.1	Censo de población .....	5
3.1.2	Planos urbanísticos .....	5
3.2	Estudio socioeconómico .....	5
3.2.1	Encuesta .....	5
3.2.2	Tipo de encuesta .....	6
3.3	Levantamiento topográfico .....	6
3.3.1	Levantamientos planimétricos y altimétricos .....	6
3.4	Sistema de alcantarillado sanitario .....	9
3.4.1	Definición .....	9
3.4.2	Clasificación .....	9
3.4.3	Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario .....	9
3.4.4	Caudal .....	11
3.4.5	Aguas residuales .....	11
3.4.6	Coeficiente de retorno o aporte (C) .....	12
3.4.7	Coeficiente de punta .....	12

3.4.8 Caudales de aporte .....	12
3.4.9 Caudal de diseño.....	12
3.4.10 Periodo de diseño económico.....	12
3.5 Análisis hidráulico .....	13
3.5.1 Definición.....	13
3.6 Software SewerGEMS 10.03 .....	13
3.6.1 El motor de cálculo GVF-Convex (SewerCAD).....	13
3.7 Software Civil 3D .....	14
3.7.1 Aplicaciones .....	14
3.7.2 Aspectos generales de CIVIL 3D.....	15
3.8 Costo .....	15
3.8.1 La ingeniería de costos.....	15
3.9 Presupuesto .....	15
3.10 Proyecto .....	16
IV. Diseño metodológico .....	17
4.1 Tipo de investigación .....	17
4.1.1 Enfoque cualitativo .....	17
4.1.2 Enfoque cuantitativo .....	17
4.2 Objeto de la investigación.....	17
4.3 Técnicas y métodos de recopilación de información.....	17
4.3.1 Estudio socioeconómico de la zona.....	17
4.3.2 Censo poblacional .....	17
4.3.3 Levantamiento topográfico.....	19
4.4 Procesamiento y análisis de información .....	19
4.4.1 Proyección de población y consumo.....	20



4.4.2	Cantidades de agua residuales .....	21
4.4.3	Hidráulica de las alcantarillas .....	25
V.	Descripción de área del proyecto .....	29
5.1	Macrolocalización .....	29
5.2	Microlocalización .....	30
5.3	Características físicas y naturales .....	30
5.4	Servicios básicos.....	31
VI.	Análisis de resultados .....	32
6.1	Resultado de estudio socioeconómico.....	32
6.2	Análisis topográfico.....	39
6.3	Población y caudal de diseño .....	40
6.4	Diseño de red de alcantarillado .....	44
6.4.1	Parámetros de diseño hidráulico .....	44
6.4.2	Dimensionamiento.....	45
6.4.3	Pozos de visita sanitario (PVS).....	45
6.4.4	Modelado y análisis de la red de alcantarillado.....	47
6.5	Planos de obra .....	49
6.6	Costo inicial de obra.....	49
	Conclusiones .....	51
	Recomendaciones .....	53
	Referencias .....	54
	Anexos.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Dotaciones de agua.....	21
Tabla 2.	Consumo comercial, industrial, publico e institucional .....	22
Tabla 3.	Período de diseño económico para las estructuras de los sistemas. ....	24
Tabla 4.	Coeficiente de rugosidad “n” de Manning .....	25
Tabla 5.	Distancia máxima entre pozos.....	28
Tabla 6.	Referenciación de banco maestros (línea base).....	39
Tabla 7.	Resumen de cantidad de personas por año .....	41
Tabla 8.	Valores Z.....	61
Tabla 9.	Valores de “K” en base al % de removido.....	61
Tabla 10.	Cálculo de caudal de diseño.....	67
Tabla 11.	Cálculo de caudales por tramo .....	68
Tabla 12.	Calculo hidráulicos por tramo .....	72
Tabla 13.	Cálculos topográficos por tramo .....	76
Tabla 14.	Costo y presupuesto de red de alcantarillado sanitario.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	División política Nicaragua .....	29
Figura 2.	División política Managua .....	29
Figura 3.	División política del municipio de Managua .....	29
Figura 4.	División política del distrito III de Managua .....	29
Figura 5.	Microlocalización .....	30
Figura 6.	Porcentaje de adulto vs niños.....	32
Figura 7.	Nivel académico .....	33
Figura 8.	Promedio de ingreso vs gastos (cada 30 días) .....	33

Figura 9. Calidad de vivienda (paredes) ..... 34

Figura 10. Calidad de vivienda (piso) ..... 34

Figura 11. Calidad de vivienda (techo) ..... 35

Figura 12. Tenencia de vivienda..... 35

Figura 13. Servicios básicos..... 36

Figura 14. Saneamiento de viviendas..... 36

Figura 15. Exclusividad de saneamiento ..... 37

Figura 16. Tratamiento de aguas grises ..... 37

Figura 17. Tratamiento de desechos ..... 38

Figura 18. Apoyo a la obra ..... 38

# **I. Generalidades**

## **1.1 Introducción**

El agua es un recurso natural muy importante ya que las personas necesitan de él y por esa razón también se debe conocer lo perjudicial que puede ser el no manejarla bajo parámetros mínimos para no contaminar el medio ambiente y generar enfermedades a los seres humanos.

Conforme un grupo de personas en algún sector que crece, así mismo aumenta la necesidad de solucionar una cantidad de problemas que surgen, para el funcionamiento de la sociedad misma; como lo es la organización socioeconómica, política y ambiental. Ya que cuando el problema es relacionado con el agua no es solamente brindar el abastecimiento de agua potable, si no también crear alternativas eficientes para la remoción y tratamiento de aguas servidas.

Para la solución del problema generado por las aguas negras es justo la implementación de redes de tuberías llamadas alcantarillado sanitario, donde posteriormente descargan a un sistema de tratamiento para regular las propiedades bioquímicas del agua contaminada, una vez llevada a cabo dichas regulaciones se puede evacuar el agua disminuyendo así el impacto ambiental generado por las personas.

Los sistemas de alcantarillado sanitario no solucionan totalmente los problemas ambientales y de salud relacionados a la alta densidad de población, pero es fundamental el tratamiento de estas ya que son un factor determinante para la salud pública y el desarrollo urbano.

## **1.2 Antecedente**

En la ciudad de Managua solo el 60% de la población urbana cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, el resto hace uso de diferentes medios de disposición de aguas servidas que van desde letrinas y fosas sépticas, hasta soluciones individuales con altos riesgos para la salud. Según información pública proporcionada por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL). El Gobierno ha ejecutado un sin número de labores de forma segura para la ampliación del sistema de agua potable

y saneamiento a través de ENACAL, construyendo así una mejor sociedad garantizando un servicio de calidad.

ENACAL informó en el año 2021, en inversión pública se ejecutaron 149 proyectos a nivel nacional con una inversión total de 4,286 millones de córdobas. En el año 2022 la institución destinó 1,500 millones de córdobas adicionales en comparación al año 2021. Sin brindar especificaciones, las municipalidades ejecutaron 65 proyectos más y atendieron con ellos a 14,747 familias.

En la comarca de San Isidro de Bolas de la ciudad de Managua, no cuenta con un sistema de alcantarillado en su fase completa para depositar en un lugar específico las aguas servidas, actualmente los pobladores se quejan ya que los sumideros elaborados como alternativa propia están saturados y otros optan por dejar que las aguas servidas tome la ruta de la calle y desemboquen en el cauce cercano, esta alternativa crea un serio riesgo sanitario para sus pobladores y el medio ambiente, estas aguas son recibidas en las afueras de las casas de los pobladores siendo esto un punto de partida para la generación de enfermedades, también anula las posibilidades del desarrollo de proyectos innovadores que implican grandes transformaciones a nivel urbanístico y en términos de mayor calidad de vida.

### **1.3 Justificación**

En la comarca de San Isidro de Bolas de la ciudad de Managua, cuenta con servicios básicos como agua potable, energía eléctrica y demás tipos de centros de carácter social pero aún no poseen un sistema de alcantarillado sanitario lo cual evita que sus calidades de vida en cuestiones sanitarias sean satisfactorias. Ya que, al no poseer un sistema estructural sanitario, hace que parte de la población se vea afectada por malos olores, estancamiento de aguas, criaderos de mosquitos portantes de graves enfermedades u otras enfermedades provocadas por un mal manejo de las aguas residuales.

La población que aún no posee sistema de alcantarillado se ve obligada a crear alternativas que no son adecuadas como lo es desechar las aguas grises en las calles, hacer uso de letrinas (las cuales contaminan el suelo y el manto acuífero), o hacer conexiones ilegales que conducen a la red de drenaje pluvial o drenajes naturales.

Es necesario un sistema de alcantarillado sanitario en cualquier sociedad que posee un suministro de agua potable, ya que por medio de este servicio se permite el transporte de agua residuales de forma segura e higiénica, así la población de la zona no se verá afectada por la contaminación y enfermedades tales como dengue, chikungunya, diarrea, infecciones respiratorias agudas (IRAS), neumonías o gusanos intestinales. Por lo tanto, es necesario que la comarca de San Isidro de Bolas posea un sistema de evacuación de aguas residuales dado que posee un gran incremento poblacional.

Es evidente que somos un país en desarrollo por las deficiencias estructurales y el presente proyecto de sistema de alcantarillado sanitario es una solución que brindará un manejo adecuado de las aguas residuales y también generará un cambio positivo en la infraestructura existente generando así acceso a un servicio básico que disminuirá dichas deficiencias sanitarias.

El desarrollo sostenible en proyectos de alcantarillado sanitario es un tema importante para el bienestar de la población y el medio ambiente. Es importante poner a disposición de la población una infraestructura de alcantarillado sanitario para vertido de aguas residuales, que permita lograr y mantener una mejora de las condiciones públicas y medioambientales del entorno durante el periodo de diseño previsto de 25 años.

## **II. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Diseñar la red de Alcantarillado Sanitario de la comarca de San Isidro de Bolas de la ciudad de Managua.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- Actualizar la información de censos, planos urbanísticos y servicios existentes que contribuyan al diseño sanitario.
- Efectuar un estudio socioeconómico a la población de la comarca de San Isidro de Bolas a través de una encuesta, determinando así las condiciones actuales de vida de sus habitantes.
- Ejecutar el levantamiento de la topografía del área de estudio.
- Efectuar el análisis hidráulico mediante SewerGEMS 10.03, Civil 3D 2021 para sintetizar resultados.
- Diseñar la red de alcantarillado sanitario de forma convencional separativo que drene por gravedad hasta su punto de acoplo.
- Presentar estimación de los costos de la obra a realizarse en función al juego de planos.

### **III. Marco teórico**

#### **3.1 Estudios básicos**

##### **3.1.1 Censo de población**

Un censo de población es el conjunto de las operaciones consistentes en recoger, recopilar, evaluar, analizar y publicar o divulgar de alguna forma datos demográficos, económicos y sociales relativos a todos los habitantes de un país, o de una parte bien delimitada de un país en un momento determinado.

La población es un factor básico de la producción y distribución de la riqueza material. No es posible planificar o llevar a cabo actividades de desarrollo económico y social ni actividades administrativas o de investigación científica sin contar con los datos precisos y detallados acerca de la magnitud, la distribución y la composición de la población. (Naciones , Unidas, 2010, pág. 7)

##### **3.1.2 Planos urbanísticos**

Representación gráfica del trazado de calles e infraestructura existente. Los planos urbanísticos como los de vivienda deben procurar la efectividad del derecho a disfrutar de una vivienda digna y adecuada, por imperativo constitucional.

#### **3.2 Estudio socioeconómico**

El estudio socioeconómico es el análisis de la dinámica de la población, la estructura demográfica, el estado de la salud humana, los recursos de infraestructura, además de los atributos económicos, como el empleo, el ingreso per cápita, la agricultura, el comercio y el desarrollo industrial en el área de estudio.

##### **3.2.1 Encuesta**

La encuesta es un instrumento para recoger información cualitativa y/o cuantitativa de una población estadística. Para ello, se elabora un cuestionario, cuyos datos obtenidos será procesados con métodos estadísticos.



### **3.2.2 Tipo de encuesta**

#### **Encuesta cualitativa**

La encuesta cualitativa es la que se enfoca en opiniones, puntos de vista e impresiones para describir un tema que está siendo objeto de estudio. Son menos estructuradas y su función está orientada a entender cómo piensan las personas o cuáles son sus motivaciones y actitudes frente al tema de estudio. Sus resultados son más complejos de analizar, pero ofrecen respuestas más profundas.

#### **Encuesta cuantitativa**

Las encuestas cuantitativas son las que se basan en números y datos. Son utilizadas con un enfoque más científico como medio de refutar los resultados de una encuesta cualitativa. Los resultados son más fáciles de analizar, ya que se estudian los datos estadísticos y permite sacar conclusiones.

### **3.3 Levantamiento topográfico**

Se denomina levantamiento topográfico al conjunto de operaciones necesarias que tiene por objeto la determinación de la posición relativa de puntos en la superficie de la Tierra. Estas operaciones consisten, esencialmente en la medición de ángulos y distancias entre los diversos puntos a levantar. El complemento de este tipo de levantamientos es el cálculo matemático para determinar a partir de esos observables medidos (ángulos y distancias), posiciones, alineaciones, orientaciones, desniveles, alturas, áreas y volúmenes. Además, la mayoría de los datos de campo pueden representarse gráficamente, en forma de mapas o planos, perfiles transversales y longitudinales, diagramas, etc. (Topografía: Instrumentación y observaciones topográficas, 2015, pág. 43)

#### **3.3.1 Levantamientos planimétricos y altimétricos**

##### **Planimetría**

Es la representación de puntos naturales o artificiales sobre la superficie de la tierra y proyectados éstos sobre un plano horizontal, despreciando las diferencias de alturas. Estas tienen como finalidad determinar magnitudes lineales, superficiales (áreas) y la representación de detalles artificiales o naturales proyectados sobre un plano horizontal

imaginario. Tienen por objetivo la determinación de las coordenadas planas de puntos en el espacio, para representarlos en una superficie plana: Plano o mapa. Cada punto en el plano queda definido por sus coordenadas. Estas pueden ser polares (rumbo y distancia) o cartesianas: Distancias perpendiculares a ejes cartesianos: X e Y o N y E. Los instrumentos topográficos permiten medir ángulos y distancias con las que se determinan las coordenadas de los puntos del espacio que se desea representar en el plano. Los métodos de levantamiento comprenden todas las tareas que se realizan para obtener las medidas de ángulos y distancias, calcular las coordenadas y representar a escala los puntos en el plano, con la precisión adecuada. Los métodos para el levantamiento planimétrico son los siguientes: triangulación, poligonación o itinerario, radiación e intersección. Los métodos de intersección son los siguientes: directa, lateral, inversa (Pothénot o resección) y Hansen.

### **Altimetría**

Es la parte de la topografía que se encarga de medir las alturas, estudia los métodos y técnicas para la representación del relieve del terreno, así como para determinar y representar la altura, también llamada "cota", de cada uno de los puntos, respecto de un plano de referencia

### **Representación del terreno**

**Mapa:** Representación gráfica del terreno de una parte de la superficie terrestre, en un plano. Se clasifican en función de su extensión, por la finalidad que persigan y por escala.

**Curvas de nivel:** Proyección sobre el plano horizontal de referencia de la intersección del terreno con sucesivos planos equidistantes y paralelos a dicho plano de comparación.

**Plano:** Es un tipo de mapa, se utiliza cuando se quiere representar una extensión pequeña, sin tener que recurrir a la curvatura terrestre. También se denomina plano a la representación de elementos a escala.

**Levantamiento o perfil longitudinales:** A la intersección del terreno con un plano vertical que contiene el eje longitudinal y nos sirve para representar la forma altimétrica del terreno.

**Replanteo:** El replanteo es el proceso inverso a la toma de datos, y consiste en plasmar en el terreno detalles representados en planos, como por ejemplo el lugar donde colocar ejes de cimentaciones, anteriormente dibujados en planos. El replanteo, al igual que la alineación, es parte importante en la topografía. Ambos son un paso previo fundamental para poder proceder a la realización de la obra.

### **Tipos de replanteo**

#### **Replanteo planimétrico**

##### **a) Según el sistema de coordenadas**

- No integrado en la red geodésica: Relativas o locales.
- Integrado en la red geodésica: UTM.

##### **b) Replanteo de puntos**

- Por coordenadas polares
- Por coordenadas rectangulares
- Por intersección angular

##### **c) Por intersección de distancias**

- Replanteo de alineaciones rectas
- Replanteo desde dentro
- Replanteo desde fuera
- Replanteo de alineaciones a partir de una dada
- Replanteo de alineaciones curvas

#### **d) Replanteo altimétrico**

Permite replantear una rasante proyectada sobre un terreno natural existente, definiendo la cota roja de puntos singulares de la misma. Previamente estos han sido replanteados planimétricamente.

### **3.4 Sistema de alcantarillado sanitario**

#### **3.4.1 Definición**

Se define como el conjunto de conductos y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas; fruto de las actividades humanas, o las que provienen como fruto de la precipitación pluvial.

Denominación de los alcantarillados. De acuerdo con su procedencia se distinguen en sanitario, pluvial y combinado. (Carmona, 2013, pág. 3)

#### **3.4.2 Clasificación**

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: Convencionales o no convencionales. Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tubería de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debido en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal. (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009, pág. 5)

Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:

**Alcantarillado separado:** Es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales y lluvia.

**Alcantarillado combinado:** Conduce simultáneamente las aguas residuales domésticas e industriales y las aguas de lluvia.

#### **3.4.3 Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario**

##### **3.4.3.1 Tuberías**

La tubería de alcantarillado se compone de tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión hermético, el cual permite la conducción de las aguas residuales.

En la selección de material de la tubería de alcantarillado, intervienen diversas características tales como: Resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción, característica de los suelos y agua, economía, facilidad de manejo, colocación e instalaciones, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación. (CONAGUA, 2009, pág. 12)

### **3.4.3.2 Clasificación de tuberías**

#### **Tramos iniciales**

Reciben las domiciliarias directamente de las edificaciones. En general los tramos son colectores comprendidos entre dos estructuras de conexión.

#### **Tramos secundarios**

Reciben caudales de uno o más tramos iniciales. En su recorrido va acumulando áreas de drenaje, conduciendo los caudales provenientes de la red local, hasta su disposición en la red principal.

#### **Colector principal**

Recibe caudales de los anteriores. Conjunto de conductos definidos por la estructura de una cuenca. Conduce los caudales de los tramos secundarios hasta el sitio de vertimiento o tratamiento. En ocasiones este colector recibe el nombre de emisario final.

#### **Interceptores**

Es un colector diseñado y construido paralelo a un canal, río o caja, para evitar el vertimiento de las aguas residuales a los anteriores.

#### **Emisario final**

Es un colector que lleva parte o la totalidad de las aguas residuales de una localidad al sitio de vertimiento en las afueras de la vecindad. La disposición de los conductos y estructuras en general, dependen única y exclusivamente del accidente topográfico del lugar. (Diseño y construcción de alcantarillados sanitarios, pluvial y drenaje en carreteras, 2013, pág. 5)

### **Instalación sanitaria domiciliaria**

Conjunto de tuberías de agua potable, alcantarillado, accesorios y artefactos que se encuentran dentro de los límites de la propiedad.

### **Conexión domiciliaria**

Es el colector de propiedad particular que conduce el agua residual de una edificación hasta la red colectora. (OPS/CEPIS, 2005)

### **Pozo de visita sanitario (PVS)**

Son estructuras que se ubican convenientemente (según Normas y Criterios de Diseño) y que permiten la inspección y mantenimiento de la red de recolección. Dependiendo del tipo de red y su ubicación pueden ser cilíndricas con un cono superior (pozos de visita) o cuadradas (cajas de registro) etc. (Baldizón, 2008)

#### **3.4.4 Caudal**

La determinación de los caudales de agua residual a eliminar de una determinada población es fundamental a la hora de proyectar las instalaciones para su recogida, tratamiento y evacuación. De cara a la obtención de un diseño adecuado a las necesidades, y de cara también a la minimización y equitativo reparto de los costes entre los diversos municipios agrupados para tratar conjuntamente sus residuos, es preciso conocer datos fiables sobre los caudales que se quiere tratar. En aquellos casos en los que los datos sobre caudales sean escasos o inexistentes, es preciso estimarlos partiendo de otras fuentes de información que guarden estrecha relación con los mismos, como puede ser el caso de los datos sobre consumo de agua. (METCALF & EDDY, 1995, pág. 17)

#### **3.4.5 Aguas residuales**

##### **Conceptos y clasificación**

Las aguas residuales son aguas usadas, principalmente generadas por la actividad humana las cuales se conducen en un sistema de alcantarillado, clasificándolas de acuerdo con sus agentes contaminantes sólidos, biológicos y químicos diluido según su concentración de contaminante.

### **Agua residual doméstica**

Se considera así a las aguas procedente de residencia o viviendas, edificios comerciales, privados o gubernamentales.

### **Agua residual industrial**

Estas provienen de las descargas de industria de manufactura.

### **Aguas residuales urbanas**

Es la combinación de las aguas domésticas y aguas pluviales

#### **3.4.6 Coeficiente de retorno o aporte (C)**

Relación entre el volumen de agua residual que llega a las alcantarillas y el volumen de agua abastecida.

#### **3.4.7 Coeficiente de punta**

Es la relación entre el caudal medio y el caudal máximo horario. Usualmente determinado por fórmulas en las cuales interviene la población y las características de consumo de agua.

#### **3.4.8 Caudales de aporte**

Son caudales de contribución medio, máximo y mínimo (l/s). Deben ser considerados los coeficientes que intervienen en la determinación de estos caudales.

#### **3.4.9 Caudal de diseño**

Caudal máximo horario de contribución de aguas residuales, más los caudales adicionales por infiltración, se calcula para la etapa inicial y final de periodo de diseño. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 5)

#### **3.4.10 Periodo de diseño económico**

Al igual que en los diseños de sistema de agua potable, debe definirse periodos de diseños apropiado y determinar la tasa de flujo que ayudaran a definir componentes fundamentales del sistema de alcantarillado.

El periodo de diseño de alcantarillas es indefinido ya que, al igual que los sistemas de distribución de agua, tiene larga duración y es costoso remplazarlas. Por tal razón, son diseñadas para proveer el máximo desarrollo del distrito al que sirven, lo cual requiere

una estimación tanto de la población como del desarrollo de industria máximos en las diferentes áreas de la comunidad. El diseño está basado en el flujo máximo anticipado con las alcantarillas fluyendo parcialmente llenas. Incluso cuando se pretende aumentar la capacidad de cobertura de la red se hace lo posible por hacer conexiones a nodos existente ya que es factible económicamente.

### **3.5 Análisis hidráulico**

#### **3.5.1 Definición**

El análisis hidráulico de sistema de distribución conocido también como modelación hidráulica de redes, es una implementación de un método numérico asociado a redes malladas para la solución de un sistema de ecuaciones de carga como caudal, altura piezométrica. Los acueductos son sistemas mallados o redes cerradas diseñadas de una manera redundante que generan un sistema indeterminado de ecuaciones, donde generan los datos conocidos, diámetro y rugosidad de las tuberías que conforman el sistema.

### **3.6 Software SewerGEMS 10.03**

Es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes, propiedad de la empresa de software Bentley Systems corporated, que produce soluciones en diseño, construcción y operación en diversos campos. El software cuyo algoritmo de cálculo se basa en los siguientes

#### **3.6.1 El motor de cálculo GVF-Convex (SewerCAD)**

El motor de cálculo de Flujo Gradualmente Variado (GVF por sus siglas en inglés: Gradually Varied Flow) realiza un análisis de línea de energía del fluido a través del método estándar considerando las condiciones de flujo (Subcrítico, Crítico, o Supercrítico).

El motor de cálculo GVF-Convex (SewerCAD) ofrece la posibilidad de hacer análisis estáticos y en periodo extendido. En el modo análisis, es ideal para hacer análisis de capacidad. En el modo diseño, ofrece la posibilidad de realizar un diseño automatizado (optimización de diámetros y pendientes) de la red basado en criterios como: % de



capacidad de las tuberías, rangos mínimos y máximos de velocidad, fuerza tractiva, pendiente y cobertura en los colectores del sistema.

Si desea analizar un sistema existente que presente problemas como desbordamientos, circuitos cerrados u otras situaciones complejas, se recomienda utilizar cualquiera de los motores dinámicos (Implicit o Explicit) ya que están diseñados para estas situaciones complejas. (Bentley Systems, 2019)

### **3.7 Software Civil 3D**

Civil 3D es un software de computadora desarrollado, actualizado y comercializado por la empresa Autodesk; es muy útil para el diseño y generación de planos especializado específicamente en los proyectos de movimiento de tierras, topografía, redes de tubería y toda obra de infraestructura.

Actualmente forma parte de los softwares BIM (building information modeling) ya que soporta los diferentes flujos de trabajo con funciones integradas para mejorar el diseño, manejo de la información del proyecto y la documentación de las obras lineales.

#### **3.7.1 Aplicaciones**

Gracias a sus amplias funciones nos va a permitir disfrutar de flujos de trabajos más eficientes para el modelado de carreteras, vías de alta capacidad (autovías/autopistas) con todo tipo de complejidades; también para el diseño de emplazamientos, alcantarillado, obras de saneamiento, etc. (konstruedu, 2021)

Entre las tareas que podemos realizar con este software se encuentran:

- Importación de puntos
- Generación de superficie
- Generación de reporte de volumen
- Generación de perfil longitudinal
- Generación de secciones transversales
- Edición de ensambles
- Generación de corredores y estructuras lineales
- Diseño de plataformas, pozas y diques de contención

- Diseño de puentes
- Diseño de tránsito y railes
- Diseño de red de tuberías

### **3.7.2 Aspectos generales de CIVIL 3D**

#### **Puntos**

Los puntos son componentes básicos de Civil 3D. Se pueden utilizar puntos en proyectos de desarrollo de terreno para identificar ubicaciones fijas y elementos existentes. Se numeran en forma exclusiva. Cada punto numerado tiene propiedades que pueden incluir información como, por ejemplo, ordenadas, abscisas, elevación y descripción. Además, puede tener propiedades adicionales, que controlen su aspecto, como un estilo de punto, un estilo de etiqueta, y una capa. (Argüello, 2013)

#### **Superficie**

Una superficie es una representación geométrica tridimensional de un área de terreno, o bien, en el caso de superficies de volumen, la diferencia o la composición de dos áreas de superficie.

#### **Alineamiento**

Las alineaciones se pueden crear como una combinación de líneas, curvas y espirales que se visualizan como un objeto. (Autodesk, 2019)

### **3.8 Costo**

#### **3.8.1 La ingeniería de costos**

La ingeniería de costos es la disciplina que integra conocimientos de finanzas, administración y contabilidad para establecer la estimación de los costos correspondientes a la estructura de un proyecto o negocio. (Alvarado, 2016, pág. 13)

#### **3.9 Presupuesto**

En este caso específico, es el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un proyecto en un período de tiempo fijado. (MTI, 2008)

### **3.10 Proyecto**

Es un factor base, para la determinación del costo indirecto; ya que el tipo de obra a ejecutar, el monto del costo directo, ubicación y localización no los proporciona el proyecto, esto quiere decir que nos determina las características de la obra, así como las circunstancias físicas y socioeconómicas del lugar de la obra en cuestión.

## **IV. Diseño metodológico**

### **4.1 Tipo de investigación**

Tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, también conocido como enfoque mixto.

#### **4.1.1 Enfoque cualitativo**

Mediante una encuesta socioeconómica se realizó la recopilación de información que una vez procesada dará resultados de la calidad de vida de la Comarca de San Isidro de Bolas.

#### **4.1.2 Enfoque cuantitativo**

Debido a que se determinó la cantidad de pobladores para realizar el diseño de alcantarillado sanitario, se determinó el costo de mano de obra, así como el levantamiento topográfico.

### **4.2 Objeto de la investigación**

El objeto de esta investigación es brindar el servicio esencial de alcantarillado sanitario en la comarca ya mencionada, el cual consiste en la red que brindara factibilidad de conexión y mejorar la calidad de vida de la población en estudio.

### **4.3 Técnicas y métodos de recopilación de información**

#### **4.3.1 Estudio socioeconómico de la zona**

Para el estudio socioeconómico de la comarca se realizó un análisis mediante una encuesta la cual estaba estructurada por preguntas relacionadas a las condiciones económicas, calidad de vida, situación de higiene. Una vez que se determinó las condiciones socioeconómicas se caracterizó a la población y de esa manera seleccionar el sistema que se adecue a la situación de esta. (ver anexo 1, Encuesta).

#### **4.3.2 Censo poblacional**

El censo poblacional de la comarca en estudio fue necesario para obtener la cantidad de población y realizar la proyección de esta, además de caracterizar a la población en rango de edades y determinar el caudal de diseño a ser descargado en la línea existente donde se brindó factibilidad por ENACAL, el censo se llevó a cabo de manera paralela al estudio socioeconómico, para optimizar el tiempo de recopilación de datos.

## Muestra poblacional

Este tipo de estudio se realizó en un solo grupo y habitualmente pretenden estimar parámetros de la población a partir de una muestra de esta, dará una apreciación de la población de la cual se tomó, pero con cierto grado de variabilidad (o error). La variabilidad que estamos dispuestos a aceptar en dicha estimación es lo que llamamos precisión y puede manejarse a través de los intervalos de confianza, es decir, los límites superior e inferior dentro de los cuales se encontrará el verdadero valor del parámetro estimado. Cuanta más precisión se desee, más estrecho deberá ser este intervalo y más sujetos deberán ser estudiados.

Podemos despejar la siguiente fórmula para las variables cualitativas (una proporción).

$$N' = \frac{(Z\alpha)^2(p)(q)}{\delta^2}$$

Tamaño de una muestra para una proporción, Población infinita.

En donde:

N': Tamaño de la muestra que se requiere

P: Proporción de sujeto del fenómeno de estudio

Q: 1-p (complementario, sujeto que no tienen la variable en estudio)

δ: Precisión o magnitud del error.

Cuando se desconoce la proporción buscada, se utiliza el  $p = 0.5$  en la fórmula, que es la que proporciona el máximo valor. Cuando el tamaño de la población es menor de 5,000 (población finita), se requiere efectuar un ajuste en la fórmula.

$$N = \frac{N'}{1 + \left(\frac{N'}{\text{población}}\right)}$$

Tamaño de muestra para una proporción finita (<5,000) Con los datos anteriores, podemos despejar la siguiente fórmula para variables cualitativas (una proporción). (MUESTREO Y TAMAÑO DE MUESTRA, pág. 41)

### **4.3.3 Levantamiento topográfico**

La información topográfica fue fundamental para el trazado de la red de alcantarillado sanitario en esta etapa se inició el levantamiento en el PVS cabecero ubicado frente a entrada principal del parque de ferias donde se establecieron dos mojones con coordenadas de partida para tener puntos geodésicos necesarios en caso de realizar un replanteo, dichos puntos fueron referenciados, esto con el objetivo de referenciar la estación total y así proceder a levantar los puntos que contienen información de coordenadas y descripciones, realizo así el levantamiento de la calle (borde derecho, borde izquierdo y centro de calle), esto con el fin de obtener la mayor cantidad de información posible.

El equipo que se utilizó:

- Estación total Trimble M3
- Trípode
- Prisma
- Cinta topográfica
- Bastón prismático
- Plomos

La precisión de cierre angular del equipo usado es de 1", y por otro lado la precisión de cierre longitudinal es de 0.001 m.

### **4.4 Procesamiento y análisis de información**

Los cálculos para cada una de las componentes de la red de alcantarillado se realizaron de acuerdo con los requerimientos de diseño en la guía del INAA siguiendo la secuencia lógica que se presenta a continuación:

#### 4.4.1 Proyección de población y consumo

##### Proyección de población con método geométrico

Este método debe aplicarse a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua.

La tasa de crecimiento debe aplicarse al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizados de la localidad en estudio. En ningún caso será menor que 2.5% (NTON 09 007-19)

La fórmula para determinar la proyección de población, mediante el Método geométrico es la siguiente:

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

*Proyección poblacional geométrica*

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}}$$

*Tasa de crecimiento poblacional*

Dónde r es la tasa de crecimiento

$P_n$  : Población proyectada al año “n” (hab)

$P_o$  : Población inicial (hab)

r : Tasa de crecimiento (notación decimal)

n : Intervalo de tiempo años

n : Diferencia entre tiempo futuro y tiempo base

$P_1$  : Población inicial (hab)

$P_2$  : Población final (hab)

#### 4.4.2 Cantidades de agua residuales

##### Factor de Harmon (FH)

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + P^{\frac{1}{2}}}$$

*P*: Población servida en miles de habitantes

##### Consumo doméstico

La dotación para la población rural dispersa en la tabla siguiente.

*Tabla 1. Dotaciones de agua*

<b>Nivel de servicio</b>	<b>Dotación lppd</b>
-Conexión domiciliar	80
-Puestos públicos o unidades sanitarias	20-50
-Pozos excavados equipados en bomba manual	20-30
-Pozo perforados equipos con bomba manual	20-30
-Captación individual de agua de lluvia (CALL)	10

Fuente: NTON 09 007-19, Capítulo 6. Especificación, acápite 6.2.1.4. Tabla 3

Para el caso de conexiones domiciliarias que tengan sistema de saneamiento con arrastre hidráulico la dotación será de 100 lppd.



## Consumo comercial, Industrial e institucional

Para los cálculos de los consumos comercial, público, institucional e industrial se usarán porcentajes aplicados al consumo doméstico diario indicados en la tabla siguiente:

*Tabla 2. Consumo comercial, industrial, público e institucional*

<b>Consumo</b>	<b>Porcentaje</b>
Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2

Fuente: NTON 09 007-19 capítulo IV, Acápites 6.2.3

## Caudal de infiltración ( $Q_{inf}$ )

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

El caudal de infiltración se determinó considerando los siguientes aspectos:

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

A continuación, para el gasto de infiltración en el acápite 3.4 del INAA recomienda el siguiente criterio:

- Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

### **Caudal medio de aguas residuales ( $Q_m$ )**

El caudal medio de las aguas residuales será igual al 80% del consumo de agua potable.

$$Q_{medio} = \frac{0.80 * Población * Dotación}{86,400} \left(\frac{l}{s}\right)$$

### **Gastos máximos de aguas residuales ( $Q_{max}$ )**

El gasto máximo de las aguas residuales doméstica varía de acuerdo con los factores de abastecimiento de agua, se determina utilizando el factor de relación de Harmon.

$$Q_{máximo} = H * Q_{medio} \cdot \left(\frac{l}{s}\right)$$

### **Caudal de diseño**

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalado, los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales por uso, debiéndose efectuar el diseño de los tramos de alcantarillado en base del aporte calculado para cada uso, y no usando el valor promedio por área unitaria. (INAA, 2013)

El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas se calculó de la forma siguiente:

$$Q_d = Q_{máx} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inst}$$

Dónde:

$Q_d$ : Caudal de diseño  $\left(\frac{l}{s}\right)$ .

$Q_{máx}$ : Caudal máximo  $\left(\frac{l}{s}\right)$ .

$Q_{inf}$ : Caudal de Infiltración  $\left(\frac{l}{s}\right)$ .

$Q_{com}$ : Caudal Comercial  $\left(\frac{l}{s}\right)$ .

$Q_{inst}$ : Caudal de instituciones o público  $\left(\frac{l}{s}\right)$ .

## Periodo de diseño económico para la estructura del sistema

Es importante fijar el periodo de diseño económico “periodo de diseño útil del proyecto”, debe definirse las futuras necesidades a satisfacer de la localidad y las partes a considerar de posibles ampliaciones del sistema. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los periodos de diseño de cada componente del sistema.

*Tabla 3. Período de diseño económico para las estructuras de los sistemas.*

<b>Tipos de estructuras</b>	<b>Características especiales</b>	<b>Período de diseño/años</b>
Colectores principales	Difíciles y costosos de agrandar	10 a 50
Tuberías secundarias hasta $\phi$ 375 mm		25 o más
Plantas de tratamiento de aguas servidas	Pueden desarrollarse por etapas. Deben considerarse fondos las tasas de interés por los fondos a invertir	10 a 25
Edificaciones y estructuras de concreto.		50
Equipos de bombeo:		
a) De gran tamaño		15 a 25
b) Normales		10 a 15

Fuente: Guía técnica para el diseño de Alcantarillado, INAA – Capítulo IV, Acápites 4.1

#### 4.4.3 Hidráulica de las alcantarillas

##### Coeficiente de rugosidad

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se realizó en base al criterio de la tensión de arrastre y a la fórmula de Manning.

Se pueden usar diferentes clases de tuberías, las cuales se seleccionarán de acuerdo con las condiciones en que funcionará el sistema y a los costos de inversión y de Operación & Mantenimiento. (INAA, 2013, pág. 18).

Tabla 4. Coeficiente de rugosidad “n” de Manning

<u>Material</u>	<u>Coeficiente</u> <u>“n”</u>	<u>Material</u>	<u>Coeficiente</u> <u>“n”</u>
Concreto	0.013	Hierro galvanizado (H <sup>0</sup> G <sup>0</sup> )	0.014
Polivinilo (PVC)	0.009	Hierro Fundido (H <sup>0</sup> F <sup>0</sup> )	0.012
Polietileno (PE)	0.009	Fibra de vidrio	0.010
Asbesto-Cemento (AC)	0.010		

Fuente: Guía técnica para el diseño de Alcantarillado, INAA – Capítulo V, Acápites 5.1

##### Fórmula de Manning para velocidad de flujo

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

Dónde:

*V*: Velocidad (m/s)

*n*: Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

*R*: Radio hidráulico (m)

*S*: Pendiente longitudinal  $\left(\frac{m}{m}\right)$

## **Diámetro mínimo**

“El diámetro mínimo de las tuberías deberá ser de 150 mm (6 pulgadas)”. (INAA, 2013)

## **Pendiente longitudinal mínima**

La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto lavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la Tensión de Arrastre (INAA, 2013, pág. 18)

según la siguiente ecuación:

$$f = W R S$$

En la cual:

*f* : Tensión de arrastre en Pa

*W* : Peso específico del líquido en N/m<sup>3</sup>

*R* : Radio hidráulico a gasto mínimo en m

*S* : Pendiente mínima en m/m

Se recomienda un valor mínimo de  $f = 1 Pa$  para garantizar una velocidad de auto lavado en la red.

## **Velocidad mínima**

Para que el sistema de alcantarillado sanitario garantice una descarga adecuada, se recomienda una velocidad mínima de autolimpieza de 0.6 m/s

## **Velocidad máxima**

Cualquier que sea el material de la tubería, la velocidad máxima no debe sobrepasar el límite de 3.0 m/s para evitar la abrasión de la tubería.

## **Pérdida de carga adicional**

Para todo cambio de alineación sea horizontal o vertical se incluirá una pérdida de carga igual a  $0.25 \frac{(Vm)^2}{2g}$  entre la entrada y la salida del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente, no pudiendo ser en ninguno de los casos, menor de 3 cm. (INAA, 2013)

## **Cambio de diámetro**

El diámetro de cualquier tramo de tubería deberá ser igual o mayor que el diámetro del tramo aguas arriba, por ningún motivo podrá ser menor.

En los cambios de diámetro, deberán coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de ambas tuberías.

## **Ángulos entre tuberías**

En todos los pozos de visita o cajas de registro, el ángulo formado por la tubería de entrada y la tubería de salida deberá tener un valor mínimo de 90° y máximo de 270° medido en sentido del movimiento de las agujas del reloj y partiendo de la tubería de entrada.

## **Cobertura sobre tuberías**

En el diseño se hizo mantener una cobertura mínima sobre la corona de la tubería en toda su longitud de acuerdo con su resistencia estructural y que facilite el drenaje de las viviendas hacia las colectoras. Si por salvar obstáculos o por circunstancias muy especiales se hace necesario colocar la tubería a pequeñas profundidades, la tubería será encajonada en concreto simple con un espesor mínimo de 0.15 m alrededor de la pared exterior del tubo. (INAA, 2013)

## **Ubicación de las alcantarillas**

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se deberán ubicar al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía. (INAA, 2013)

En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.50 m. (INAA, 2013)

## Ubicación de pozos de visitas sanitarios

Se ubicaron los pozos de visita (PVS), en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro; en las intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba.

## Distancia máxima entre pozos

El espaciamiento máximo entre PVS vario, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, en la forma siguiente:

*Tabla 5. Distancia máxima entre pozos*

### Con equipo tradicional

Diámetro( $\phi$ ) (mm)	Separación máxima (m)
150 a 400	100
450 y mayores	120

Fuente: Guía técnica para el diseño de Alcantarillado, INAA – Capítulo VI, Acápites 6.2

## V. Descripción de área del proyecto

### 5.1 Macrolocalización

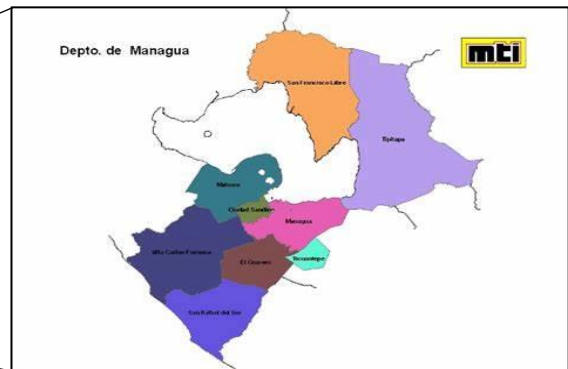
Localizado en el departamento de Managua a unos 5.2 km de este, se encuentra en el municipio de managua, este posee una superficie territorial de 267.2 km<sup>2</sup>, limita al norte con el lago Xolotlán, al noroeste con el municipio de Tipitapa, al Oeste con el municipio de Villa El Carmen, al noroeste con el municipio de Ciudad Sandino, al sureste con el municipio del Crucero, al sur con el municipio de Ticuantepe y al sureste con el municipio de Nindirí.

Figura 1. División política Nicaragua



Fuente: INETER

Figura 2. División política Managua



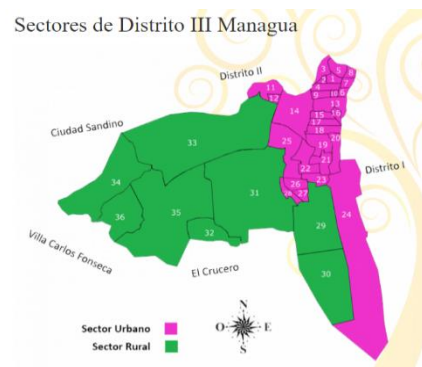
Fuente: MTI

Figura 3. División política del municipio de Managua



Fuente: MINSA

Figura 4. División política del distrito III de Managua



Fuente: MINSA



## 5.2 Microlocalización

Ubicada a una distancia 12.3 km aproximadamente del centro o punto cero del municipio de Managua, se encuentra en el distrito III, en la Comarca de San Isidro de Bolas según base de datos de ENACAL y según base de dato del censo poblacional 2005 del INIDE la cual incluye parte de sectores como San Isidro libertador. Esta comarca constituye la zona de influencia del proyecto el cual se enfoca en el camino principal de San Isidro de Bolas, exactamente al sur oeste, limita al norte con la pista Suburbana, al sur con Las Nubes, correspondiente al dominio del Crucero, al este con la comarca Los Ladinos y al oeste con la comarca Pochocuape y el barrio Camilo Ortega.

Figura 5. Microlocalización



Fuente propia, imagen procesada del levantamiento Topográfico

## 5.3 Características físicas y naturales

Esta comunidad semi rural tiene como una de sus principales actividades la agricultura, que como bien sabemos el año 2015 no pudo concretarse o llevarse a cabo adecuadamente por el fenómeno de “el niño” obligando a los agricultores a encontrar diversas maneras de subsistir este 2016, entre ellas las ventas de sus terrenos y el despale de los árboles para dar paso a nuevas construcciones. Entre los principales cultivos están el tomate, la cebolla, el maíz y el frijol siendo este último el de mayor demanda.

#### **5.4 Servicios básicos**

La comarca cuenta con estructura de pavimento en la calle principal, comenzando desde la pista suburbana hacia el sur a 7 km. El alumbrado público es deficiente, no hay muchas luminarias y las pocas que hay solo alumbran la parte céntrica de la comarca y no la cubre en su totalidad, se podría decir que hay áreas oscuras donde se puede delinquir, no existe el acerado de las calles y si lo hay es un cierto sector, la gente camina sobre las carreteras peligrando el atropello por vehículos.

El sistema de transporte en la comunidad consiste en numerosas caponeras que llevan y traen a la gente, hasta llegar a la terminal de la mini ruta cuatro, cabe destacar que esta ruta es la única que pasa por la comarca San Isidro de Bolas y no abarca todo el sector, generalmente, de la terminal la unidad se llena y no se detiene en las distintas bahías de buses que están destinadas para recoger a los pasajeros.

Por otro lado, los servicios básicos como el agua potable de esta comunidad, cuenta con un pozo de agua construido por ENACAL que se inauguró el pasado 09 marzo 2023 teniendo una inversión de 8.1 Millones de córdobas financiados con fondos de nuestro buen gobierno de reconciliación y unidad nacional.

## VI. Análisis de resultados

### 6.1 Resultado de estudio socioeconómico

En la comarca San Isidro de Bolas en el municipio de Managua, cuentan con una población de 1734 personas y 352 clientes registrados de acuerdo con información suministrada por ENACAL. (Ver anexo 6)

En el estudio y análisis socioeconómico se llevó a cabo el proceso de encuesta a los habitantes de la zona del proyecto, con el objetivo de recopilar y obtener datos. Por lo tanto, el tamaño de la muestra se delimito por los objetivos del estudio y características de la población. El número de encuesta que se realizaron fueron 114, se determinó un grado de error del 7% por lo tanto el nivel de confianza sería el 93%. Después de determinar los valores anteriores se seleccionó el valor de  $Z = 1.81$  de la siguiente tabla. (Ver anexo 2, tabla 8)

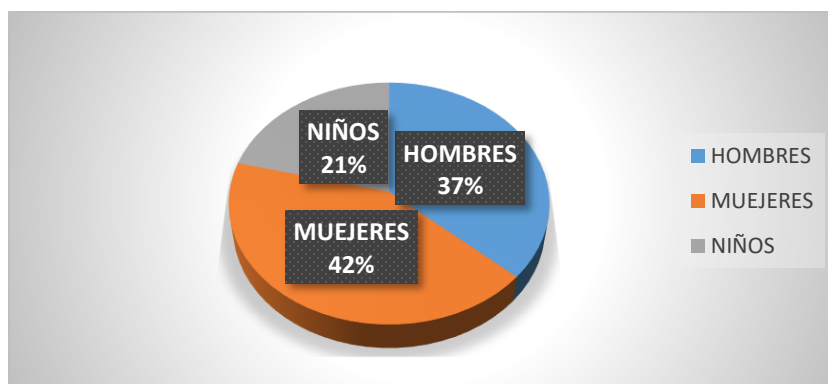
$n = 114$  viviendas

Obtenida la muestra, se selecciona mediante un muestreo de una población finita, que consiste en la selección aleatoria, se obtuvo el valor K de la tabla siguiente (Ver anexo 2, tabla 9).

Por lo tanto, se encuestó cada 3 viviendas hasta llegar a la muestra de 114 viviendas.

### Características generales de la población

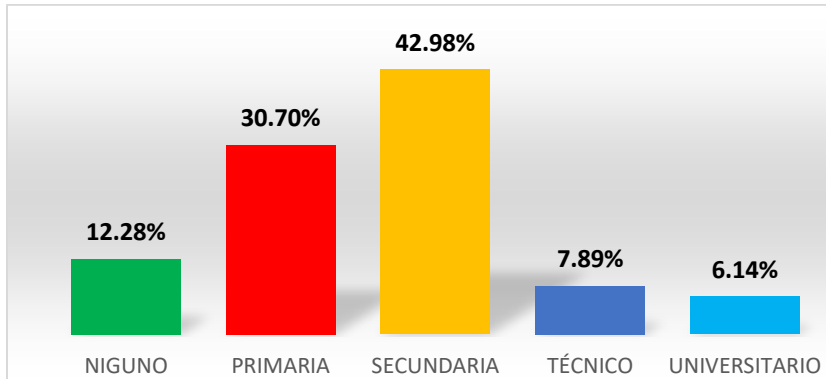
Figura 6. Porcentaje de adulto vs niños



Fuente propia: Resultados de encuesta.

Una vez que se determinó el tamaño de la muestra, se encuestaron los jefes de familia los cuales tienen hombres, mujeres y niños en convivencia en sus hogares. Se obtuvo con la información recopilada una cantidad total por género y números de niños, 209 son hombres lo que representa un 37% de la población, 233 son mujeres representando un 42% y 118 son niños entre la edad de 0 años a 18 años el cual equivale al 21%.

*Figura 7. Nivel académico*

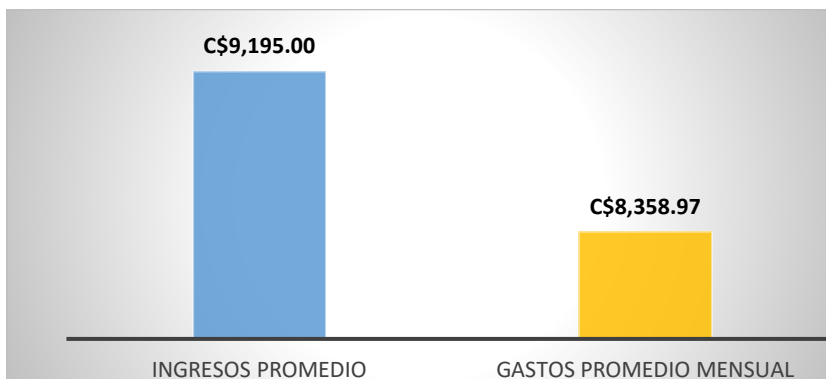


Fuente propia: Resultados de encuesta.

Los niveles académicos de la población de la comarca San Isidro de Bolas son los siguientes, 12.28 % de la población no posee estudio alguno, 33.57% tiene estudios primarios, 42.98% tiene estudios secundarios, 7.89% presenta un estudio técnico y 6.14% únicamente tiene estudios universitarios.

### **Situación económica**

*Figura 8. Promedio de ingreso vs gastos (cada 30 días)*

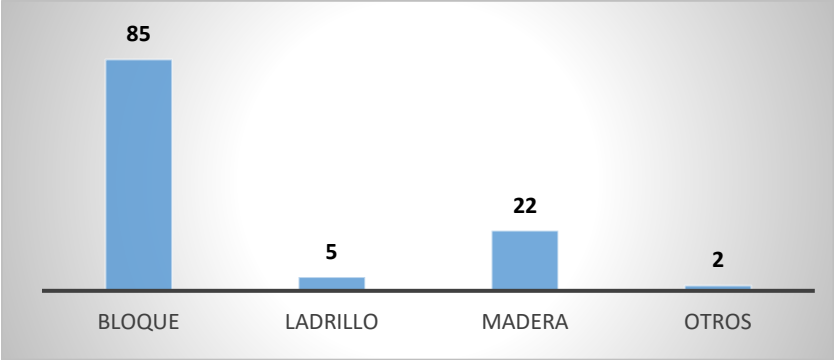


Fuente propia: Resultados de encuesta.

Con la información recopilada de las familias, tienen un ingreso promedio C\$ 9,195.00 córdobas mensual vs gastos promedios de C\$ 8,358.97 en un periodo de 30 días.

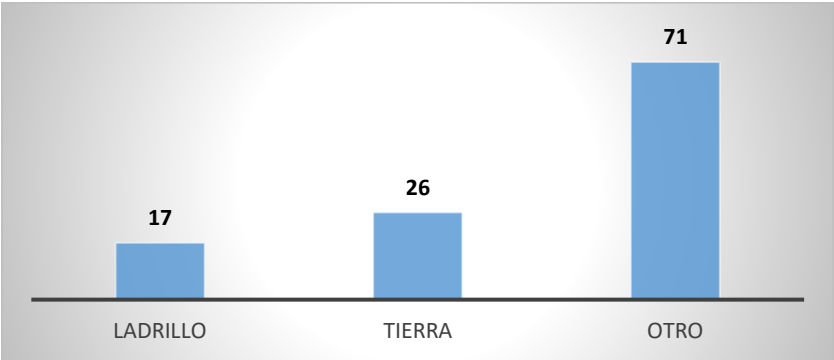
**Calidad de vivienda**

*Figura 9. Calidad de vivienda (paredes)*



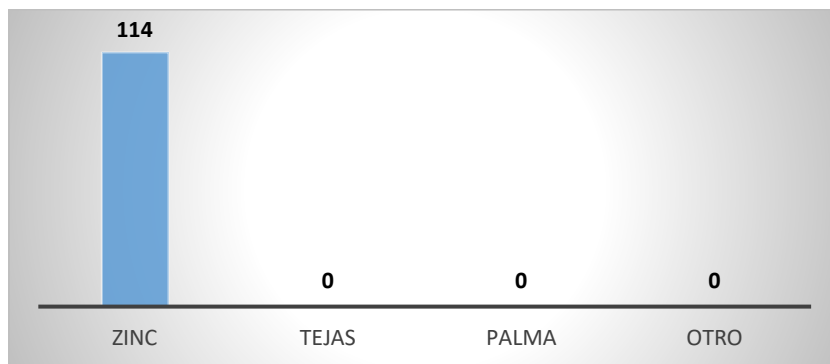
Fuente propia: Resultados de encuesta.

*Figura 10. Calidad de vivienda (piso)*



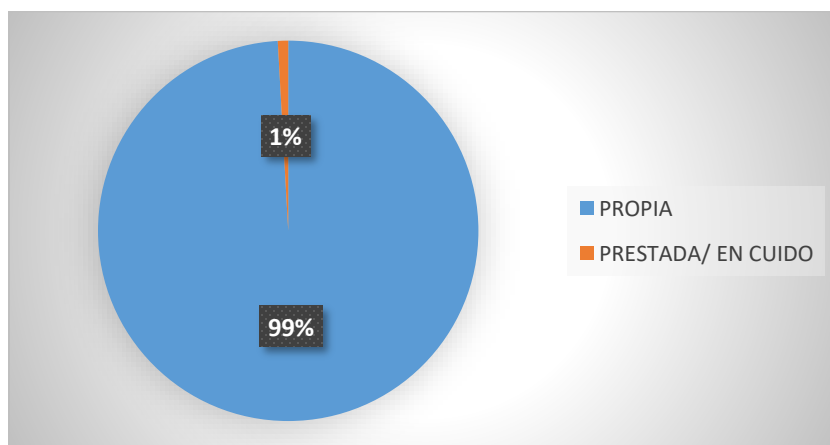
Fuente propia: Resultados de encuesta

Figura 11. Calidad de vivienda (techo)



Fuente propia: Resultados de encuesta socioeconómica

Figura 12. Tenencia de vivienda

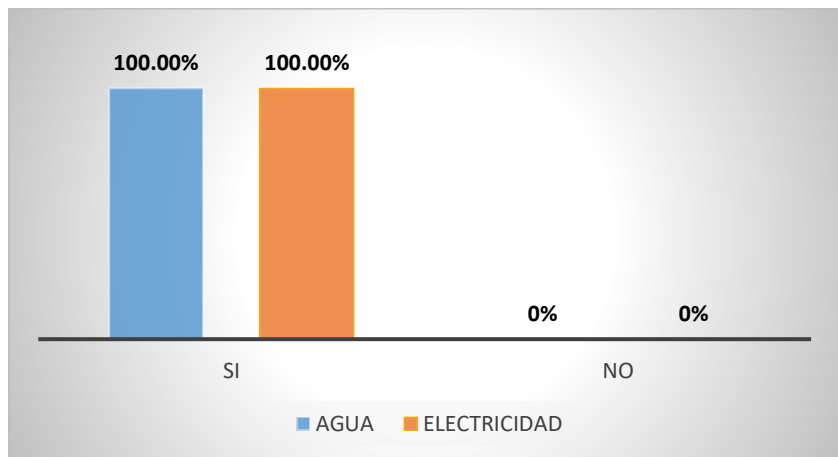


Fuente propia: Resultado de encuesta socioeconómica

Según la muestra realizada predominan las viviendas construidas con paredes de bloque, piso de ladrillo o cerámicos y para la cubierta como material el zinc. En el estudio se obtuvo que gran parte de la población que habita en las viviendas es propietaria.

## Servicios básicos

Figura 13. Servicios básicos

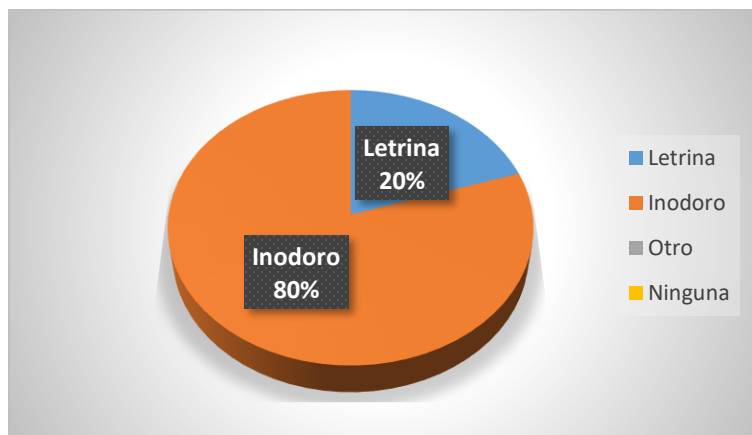


Fuente propia: Resultado de encuesta socioeconómica

Los habitantes poseen los servicios de agua y energía en un 100% en ambos, estos servicios siempre están presente las 24/7.

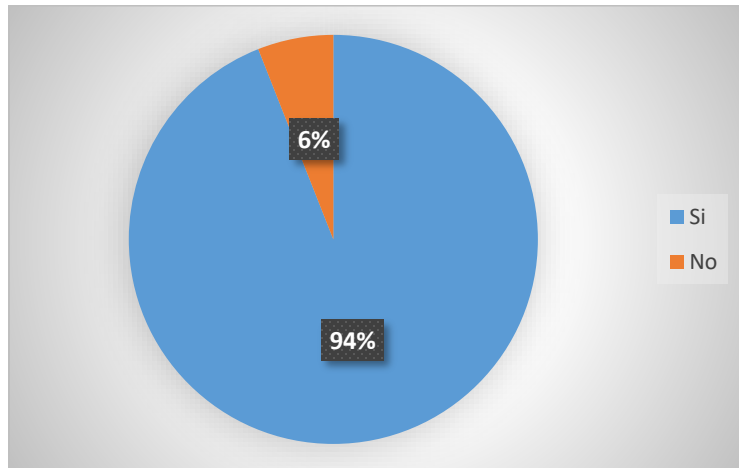
## Saneamiento de aguas grises y desechos solidos

Figura 14. Saneamiento de viviendas



Fuente propia: Resultado de encuesta socioeconómica

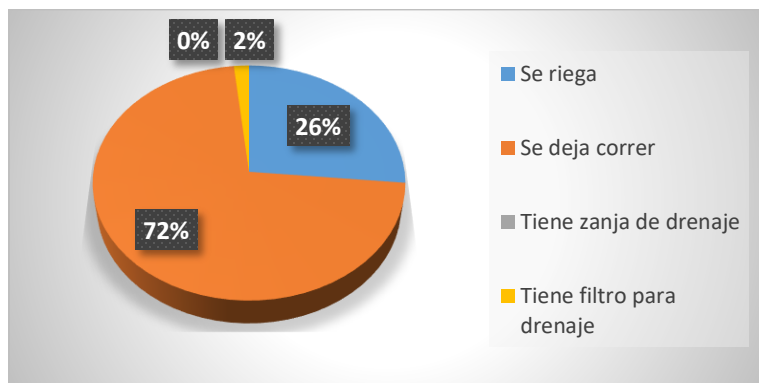
Figura 15. Exclusividad de saneamiento



Fuente propia: Resultado de encuesta socioeconómica

En lo que se representa en los gráficos da indicativos que los habitantes tienen como alternativa de saneamiento el uso de letrinas el cual representa el 20% usan esta alternativa y el 80% usan inodoro con un sistema similar a la letrina, pero aislado o destinado en una parte de la vivienda conocido como (Sumidero). Los mismos pobladores expresan su inconformidad debida que ya no poseen espacio para futuras letrinas o sumideros. Estos sistemas que actualmente utilizan no se encuentran en buen estado, ellos presentan problemas de higiene por malos olores y presencia de insectos por el tipo de saneamiento, en algunos casos hay viviendas que usan este sistema para uso compartido con otras viviendas el cual representa el 6%.

Figura 16. Tratamiento de aguas grises

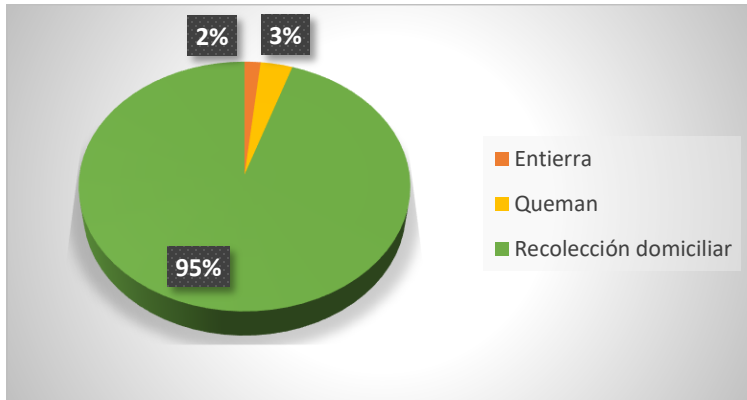


Fuente propia: Resultado de encuesta socioeconómica



En el manejo de aguas grises, los pobladores en su mayoría dejan correr estas, generando aguas estancadas en calles donde la población circula, solo una minoría tiene filtro para drenaje.

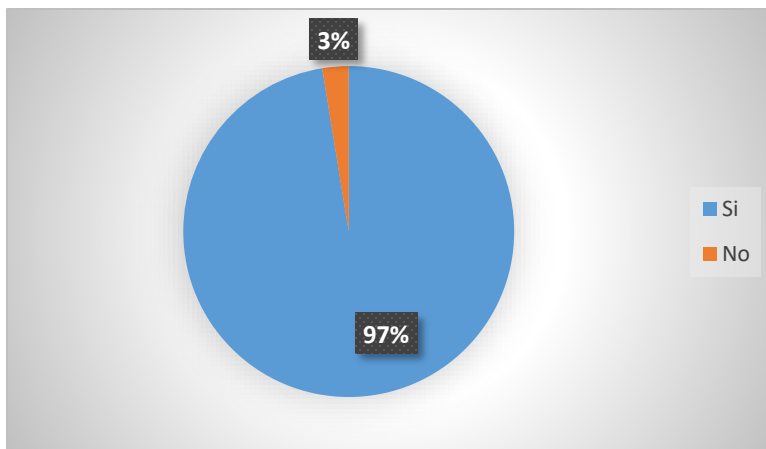
Figura 17. Tratamiento de desechos



Fuente propia: Resultado de encuesta socioeconómica

En los desechos sólidos como la basura, en gran mayoría se evacua a través de la alcaldía por recolección domiciliar, que pasa hasta 2 veces por semana.

Figura 18. Apoyo a la obra



Fuente propia: Resultado de encuesta socioeconómica

Los habitantes están dispuestos a colaborar en la elaboración del proyecto para mejorar las condiciones salubres.

## 6.2 Análisis topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico altimétrico y planímetro. Como punto de partida se instalaron 16 BM (bancos maestros), los cuales una vez colocados en puntos estratégicos de control, fueron levantados por medio de un GPS el cual proporciona las coordenadas que serán insertadas en la estación total para su georreferenciación y así realizar el levantamiento de puntos de BD (banda derecha), BI (banda izquierda), CC (centro calle), CR (caja de registro), LP (límite de propiedad).

Tabla 6. Referenciación de banco maestros (línea base)

<b>BANCO MAESTRO</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>	<b>Z</b>
<b>BM-1</b>	1338288	577130.9	235.256
<b>BM-2</b>	1338165	577139.1	240.431
<b>BM-3</b>	1337684	577110.1	257.047
<b>BM-4</b>	1337557	577156.1	262.562
<b>BM-5</b>	1337174	577081.3	280.036
<b>BM-6</b>	1336961	577145.9	290.566
<b>BM-7</b>	1336702	577193.3	301.983
<b>BM-8</b>	1336443	577203.7	312.545
<b>BM-9</b>	1336211	577308.9	324.222
<b>BM-10</b>	1336101	577327.3	330.137
<b>BM-11</b>	1335744	577302.1	351.567
<b>BM-12</b>	1335562	577318.8	360.45
<b>BM-13</b>	1335261	577380.4	374.913
<b>BM-14</b>	1335151	577415.4	377.682
<b>BM-15</b>	1335026	577400.1	379.897
<b>BM-16</b>	1334979	577442.1	381.229

Fuente propia: Levantamiento topográfico

Estos puntos fueron pintados con spray y chapas metálicas lo cual facilita su ubicación una vez en sitio, cuando se procedió a levantar los puntos topográficos se consideró estacionamientos a cada 20 metros con la finalidad de garantizar información de posición y niveles, esta etapa tuvo una duración de 17 días.

El equipo utilizado en el trabajo fue el siguiente:

- Estación total TRIMBLE M3
- Trípode
- Prisma
- Cinta topográfica
- Bastón prismático

La precisión de cierre angular del equipo usado es de 1", la precisión de cierre longitudinal es de 1.5 mm + 2 ppm.

Una vez culminado el levantamiento con la estación total se exportaron los puntos levantados al programa Auto CAD Civil 3D, en donde se ingresaron para luego generar los grupos de puntos correspondientes a la generación de superficie la cual es utilizada para facilitar el análisis de la red. También se generó las secciones transversales para crear los perfiles y visualizar el comportamiento del terreno en el área de estudio. (Ver anexos 9)

### **6.3 Población y caudal de diseño**

Es necesario definir el periodo de diseño del proyecto para saber cuánto tiempo éste podrá cubrir las necesidades de la zona para la cual el mismo ha sido pensado. En este caso se definió un periodo de 25 años, esto en base al capítulo IV del INAA, tabla 4-1 donde determina los periodos de diseño económicos para las estructuras de los sistemas de alcantarillado sanitario.

#### **Proyección de población**

Se estimó que la población hará uso del proyecto en un lapso de 25 años, el método utilizado fue el de crecimiento geométrico, este modelo es apropiado para poblaciones con estas características, calculándose la población futura en ciudades que están en constante desarrollo.

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

## Proyección poblacional geométrica

$$r = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}}$$

La información que se utilizó como punto de partida en la proyección fue obtenida en el censo poblacional 2005 obtenido por el INIDE e información suministrada por ENACAL que brindo datos actuales de la población en donde se pretende ejecutar la obra de alcantarillado sanitario.

*Tabla 7. Resumen de cantidad de personas por año*

<b>Comarca</b>	<b>INIDE 2005</b>	<b>ENACAL 2023</b>
San Isidro de Bolas	1682	1734

Fuente: Datos de INIDE (2005), datos ENACAL (2023)

Una vez conocido los datos poblacionales se procedió a calcular el valor de la tasa de crecimiento siendo 0.19% el resultado, obtenido este índice. Según el capítulo 6, índice 6.1.2. NTON 09 007-19 se estipula que, si la tasa de crecimiento es menor que 2.5% la población se proyectara en base a la tasa de crecimiento de 2.5%, siendo el valor aplicado.

Utilizando una tasa del 2.5%, se proyectó la cantidad de habitantes de la zona en intervalos de 5 años hasta cumplir los 25 años del período de diseño (previamente definidos), siendo 2023 el año base. (Ver anexo 4, tabla 10)

De esta manera se estimó que la población al final del período de diseño al año 2048 será de 3,215 personas y 649 viviendas, este valor de numero de vivienda se obtuvo con el número de habitantes en el año 2023 (1734 habitantes) entre el número de viviendas o usuarios de 352, dando un índice poblacional en el área de estudio de 5 habitantes por viviendas aproximadamente.

Conociendo el índice poblacional en el área de estudio y la población proyectada al final del periodo de diseño se procedió a calcular el número de vivienda al año 2048 de la siguiente forma.

$$N_{viviendas} = 3215 \text{ hab} - 1734 \text{ hab} = \frac{1481 \text{ hab}}{5 \frac{\text{hab}}{\text{vivienda}}} \approx 297 \text{ viviendas}$$

$$N_{viviendas(2048)} = 297 \text{ viviendas} + 352 \text{ viviendas} = 649 \text{ viviendas}$$

## **Caudal de diseño**

### **Dotación**

Una vez conocida la población de diseño, se procedió a calcular el Q domiciliar, para ello se utilizó la tabla 3. Dotaciones de agua, capítulo VI del NTON 09 007-19. La dotación para la zona en estudio fue de 100 L/hab/día.

### **Caudal domiciliar**

Conociendo el valor de dotación, se obtuvo como resultado un Q domiciliar para el último año del periodo de diseño igual a:

$$Q_{domiciliar} = 3.72 \text{ l/s}$$

### **Caudal comercial, industrial y público**

Se definió el consumo comercial, industrial y público utilizando la tabla 4, capítulo VI (NTON 09 007-19, pág. 7), en ella se establecen porcentajes en base al caudal domiciliar.

$$Q_{comercial} = 0.26 \text{ l/s}$$

$$Q_{industrial} = 0.07 \text{ l/s}$$

$$Q_{institucional} = 0.26 \text{ l/s}$$

### **Caudal de infiltración (Qinf)**

El gasto de infiltración, “para tuberías plásticas será de 2 L/hora/100 m y por cada 25 mm de diámetro” (INAA, 2013, pág. 9).

Para una longitud total de tubería del sistema 4,987.586 m y utilizando un diámetro promedio de 6" el caudal de infiltración es de:

$$Q_{inf} = 0.03 \text{ l / s}$$

### **Caudal medio (Qm)**

El gasto medio se estima como el 80% de la dotación del consumo de agua (INAA, 2013)

$$Q_m = 0.80 * 3.72 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 2.98 \text{ l / s}$$

### **Caudal mínimo de aguas residuales (Qmin)**

El caudal mínimo es igual al que representa el flujo pico que se produce de la descarga de un inodoro sanitario. (INAA, 2013, pág. 12)

$$Q_{min} = 0.60 \text{ l / s}$$

### **Caudal máximo de aguas residuales (Qmax)**

Inicialmente se calculó el factor de relación de Harmon

$$K = 3.41$$

Este factor deberá tener un valor no menor que 1.80 ni mayor que 3 (INAA, 2013, pág. 9)

Se utilizó el valor  $K = 3$ , finalmente se multiplicó este el valor obtenido al caudal medio para conocer el caudal máximo

$$Q_{max} = 8.93 \text{ l/s}$$

### **Caudal de diseño (Qd)**

El caudal de diseño para nuestro sistema se ha sido calculado de la suma de los caudales anteriormente obtenidos.

$$Q_d = 9.55 \text{ l / s}$$

## **6.4 Diseño de red de alcantarillado**

En el proceso de elaboración de la red se tomaron en cuenta 2 factores: Topografía y garantía de alcance de obra (para la población).

1. La topografía fue un factor primordial en el diseño ya que en base a este se procuró que el sistema trabajará por gravedad, de manera que fuera posible el transporte de las aguas a las áreas definidas para el tratamiento de las aguas residuales antes de su vertido.
2. Se garantizó la cobertura a toda la zona en estudio con el fin de brindar el servicio durante el período de diseño. Para esto se hizo una distribución de las 297 viviendas proyectadas en base a la dispersión poblacional del año 2023. En este caso se decidió segmentar el área del proyecto, para conocer la cantidad de viviendas que se conectarán a cada tramo y así obtener la tendencia real de conexión de las viviendas proyectadas en base a la dispersión actual.

El diseño está basado a las especificaciones de las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales del INAA, que es la norma de referencia nicaragüense.

### **6.4.1 Parámetros de diseño hidráulico**

#### **Pendiente mínima y máxima**

Para la pendiente mínima se utilizó el criterio de tensión de arrastre hidráulico que cumpla un autolavado en la tubería que es igual a  $f = 1 Pa$ , se establece una pendiente mínima que permita un flujo de agua adecuado sin causar erosión excesiva.

Respecto a la pendiente máxima, según la guía antes citada su valor admisible será aquel para el cual se tenga una velocidad de 3 m/s, lo cual se garantizó satisfactoriamente.

#### **Velocidad mínima y máxima**

Los valores de velocidades mínima y máxima usados en el diseño fueron 0.6 m/s y 3 m/s respectivamente, los cuales cumplen con el criterio de garantizar la autolimpieza en las tuberías.

## **Tensión tractiva**

Para el cálculo hidráulico de la red se tomó en cuenta dos factores bases:

1. Diseño en base a un flujo laminar (Por lo que se usa la ecuación de Manning)
2. Cumplimiento de la tensión de arrastre, la cual deberá ser mayor o igual a 1 Pascal, garantizando así que toda materia sedimentable sea arrastrada durante su trayecto por la tubería.

## **Tirante máximo**

El tirante máximo (conocido como la capacidad de llenado) se establece que no deberá ser mayor del 80% del diámetro total de la tubería, con lo cual, se ha cumplido en el sistema propuesto

### **6.4.2 Dimensionamiento**

#### **Diámetro**

De acuerdo con lo establecido en las guías técnicas del INAA, el diámetro de tubería nunca deberá ser menor a 150 mm (6"). Se utilizó tubería de 6 pulgadas.

#### **Material**

El material para utilizar en tuberías y accesorios será PVC SDR-41. Se seleccionó el mismo por dos principales motivos, primeramente, menos problemas por fricción dado que este presenta un coeficiente de Manning relativamente bajo de 0.009 (INAA, 2013), y finalmente se ha optado por este material por su accesibilidad de obtención y bajos costos.

### **6.4.3 Pozos de visita sanitario (PVS)**

#### **Distancia máxima**

La separación máxima entre pozos de visita no deberá ser mayor a los 100 m, con equipo tradicional. (INAA, 2013)

#### **Profundidad mínima**

Ningún pozo de visita sanitario de la red tendrá una profundidad mínima sobre la corona de la tubería de 1.20 m.



## **Diámetros**

- El diámetro interno (D) del pozo será 1.20 m, para alcantarillas con  $\phi$ : 750 mm y menores.
- Para pozos comprendidos entre las alturas de 1.20 m y 1.80 m, los dispositivos serán cilíndricos con diámetro interno de 1.20 m. Para alturas mayores, los pozos serán provistos de una parte superior cónica con diámetro interno de 1.20 m.

## **Empate del flujo en PVS**

La unión con este tipo de estructuras implica que la lámina de agua de los colectores afluentes y efluentes sean aproximadamente iguales. Cuando el caudal afluente y efluente sean aproximadamente 10% del caudal efluente, puede permitirse que su lámina de agua tenga una cota superior a la de los demás. La cota de energía del colector efluente debe ser menor que la de la cota de energía afluente para evitar la formación de un resalto hidráulico. (Cualla, 1995, pág. 378)

En los datos obtenidos en el diseño de alcantarillado sanitario de la comarca de San Isidro de Bolas se obtuvo que los 106 tramos de tubería circulan un tipo de flujo supercrítico ( $NF > 1.1$ )

## **Material de construcción**

Los pozos de visita se construirán con ladrillo cuarterón.

Para pozos que sobrepasan a los 3 m de altura, serán prefabricados de concreto armado, elaborados por Concretera Total. Se ha decidido usar este tipo por dos motivos:

1. Se debe considerar un grosor de pared diferente para que resista los esfuerzos a que será sometida durante el funcionamiento del sistema.
2. Por el riesgo que representa para un obrero trabajar a esa altura si se construyera en sitio

A todos los dispositivos se les colocará una tapa de polietileno con 0.65 m de diámetro con orificios de 0.02 m de diámetro. En el fondo, tendrán una media caña con pendiente transversal hacia los canales no menor del 2%.

#### **6.4.4 Modelado y análisis de la red de alcantarillado**

Para el proceso del modelado y análisis de la red de alcantarillado sanitario propuesto se hizo uso de las siguientes herramientas:

##### **Google Earth**

El uso del software para la georreferenciación de las principales estructuras, para valorización del terreno en donde se trazó la propuesta de alcantarillado sanitario.

##### **Civil 3D 2021**

Se utilizó para extraer el grupo de puntos del levantamiento topográfico para generar la triangulación y generar la superficie la cual será exportada. Utilizada en el software de SewerGEMS más adelante, también para la elaboración de planos finales del proyecto.

##### **SewerGEMS 10.03**

El software se utilizó como herramienta principal del diseño de la red, para valoraciones iniciales de cada uno de los parámetros (velocidad, pendiente y tensión tractiva) además de ser esencial en la obtención de profundidades optimas además de los diámetros de tubería y pendiente a utilizar en la red.

En el software se realizó la siguiente metodología para realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario.

- Abrir SewerGEMS y crear un nuevo proyecto, luego establecer los criterios de diseño según normar nicaragüenses y realizar el cambio de unidades de medidas utilizadas localmente.
- Importar los datos requeridos para el diseño, en este caso por medio de TRex se importa la superficie que se trabajó en Civil 3D la cual es la base del proyecto, también se exporta las líneas y PVS que se establecieron como referencia del programa, por esta razón también se ingresa la información de los caudales de diseño para su respectivo análisis en el área de estudio.
- Una vez obtenida la referencia de la red se dibuja por medio de SewerGEMS las líneas de tubería, los pozos de inspección sanitaria y las cajas de registro en este proyecto en específico debido a que el software permite ingresar estas cajas de

registro como (Property Connection) los cuales pueden tener un caudal unitario definido, se definió el caudal unitario del año 2023 ( $Qd_{unitario} = 0.0147 \text{ l/s}$ ) y se multiplico por el número de viviendas de 649 al periodo de diseño 2048, dando como resultado el  $Qd = 9.53 \text{ l/s}$ .

- Ingresados los tramos, pozos de visita sanitario y número de viviendas existentes y proyectadas, se asignan las propiedades que posea cada uno de estos elementos, como lo es el diámetro de tubería, la rugosidad, las cotas, etc.
- Se configura el flujo por lo cual se define los caudales y los patrones del flujo para simular el comportamiento hidráulico del sistema en donde se posee un previo calculo.
- Se realizo el análisis hidráulico en donde se efectuó la simulación para ver las condiciones del flujo, velocidad, revisión de tensión tractiva y parámetros requeridos conforme normativas locales.
- Realizado el análisis hidráulico se realiza la optimización del diseño en donde en función de lo visualizado en la simulación, el diseñador decide el cambio de diámetro, el ajuste de cotas de entrada o salida, el cambio de elevaciones de pozos de visita, etc.
- Se procede a realizar escenario en donde se analiza el comportamiento con la población actual y luego con la población proyectada para visualizar los cambios generados y asi evaluar la capacidad del sistema diseñado.
- Una vez optimizado el diseño se generan los planos, tablas de datos, análisis de resultado y se exporta los archivos necesarios para requisitos del proyecto.

### **Hoja de cálculo (Excel)**

El uso de este programa de cómputo, Microsoft Excel fue necesario al momento de registrar y realizar cálculos numéricos de la red de alcantarillado (caudales, relaciones hidráulicas, cálculos hidráulicos y resúmenes de diseño), de esta manera se procesó y se comparó los resultados obtenidos a través del SewerGEMS. Obteniendo resultados satisfactorios, verificando parámetros de diseño, cumpliendo en todos los tramos de la red de alcantarillado sanitario y con una diferencia mínima entre ambos resultados.

El modelo matemático utilizado en la hoja de cálculo (Excel) se basó el libro (Cualla, pág. 409) basándose en un ejemplo en el cual muestra las fórmulas y como estará estructurada la memoria de cálculo en base a estas.

El diseño y análisis de la red de alcantarillado, se obtuvo un total de 106 tramos de tuberías y 107 PVS, cumpliendo cada uno de los parámetros de diseño mencionado anteriormente (ver anexo 4, tabla 12)

### **6.5 Planos de obra**

Se elaboraron los planos finales en donde se representó de manera gráfica y esquemática todos los resultados del diseño de alcantarillados sanitario.

Para la elaboración de estos planos se utilizó el programa de Civil 3D y con el programa de SewerGEMS la representación gráfica de los perfiles de la red de alcantarillado sanitario diseñada en este; dichos perfiles deben ser procesado previamente en Civil 3D.

Los planos elaborados se adjuntan en (anexo 9) y se presentan de la siguiente manera:

- Caratula
- Índice
- Planos topográficos
- Planos planta perfil
- Detalles generales

### **6.6 Costo inicial de obra**

Primeramente, se realizó el cálculo de cantidades de obras. Esto incluye estimación de volumen de excavación, relleno y compactación para zanjas de tuberías, cantidad de materiales para tuberías y pozos de visitas, entre otras actividades ordenadas por etapas y subetapas (FISE, 2018, pág. 31)

Se procedió a determinar costos por etapas, en el presupuesto efectuado se realizaron los cálculos para 106 pozos de visita (PVS) distribuidos en 106 tramos. Los pozos de visita varían de profundidades entre 1.34 metros a los 6.17 metros. La red tiene una longitud total de 4963.10 metros de tubería PVC SDR-41 en diámetros de 6 pulgadas.

Este presupuesto se hizo en base a las especificaciones del catálogo de etapas y subetapas del FISE, la cantidad de obra y costos de ejecución (Ver anexo 7, tabla 14).

## Conclusiones

- El estudio socioeconómico, realizado a través de la aplicación del formato proporcionado por ENACAL, permitió identificar número de viviendas, resultando en un índice de ocupación habitacional promedio de 5 habitantes por viviendas y una población actual de 1734 habitantes. Asimismo, se observó la disposición de aguas residuales y excretas más utilizadas en la comarca San Isidro de Bolas son: Los sumideros 80% y el conjunto de letrinas y evacuación del agua residual 20%, también se conoció que el 100% de la población considera que es necesario contar con un sistema de alcantarillado sanitario, con el fin de garantizar una mejor calidad de vida.
- El levantamiento topográfico permitió conocer las características planimétricas y altimétricas de la comarca San Isidro de Bolas, cuyo revestimiento en todo el tramo es de asfalto, se identificaron los niveles haciendo la superficie en CIVIL 3D donde se generaron las curvas de nivel y se logra usar dicha información para la determinación exacta de los niveles de los pozos de visita sanitario (PVS). A partir del plano topográfico elaborado, se trazó la red de alcantarillado sanitario donde en función de esta información, se conducen todos los flujos de aguas residuales por gravedad hasta el punto de acoplo (PVS-DESCARGA) ubicado frente a entrada principal del parque de ferias.
- Se modeló hidráulicamente la red sanitaria proyectada haciendo uso del software SewerGEMS 10.03. De la modelación se obtuvo la información con la cual se comparó la plantilla de Excel, la cual fue elaborada partiendo de las pendientes y distancias de las alcantarillas obtenidas del programa, los datos indican que la infraestructura hidráulica (longitudes de tubería, pendientes, elevaciones de los tramos, tamaño de los diámetros y cantidades de pozos de visita) es congruente entre programa y método de cálculo numérico que se desarrolló en Microsoft Excel, en comparativa con una diferencia en porcentaje de 5.21% en velocidad por tramo, 9.35% en Tensión tractiva y 2.71% en la profundidad de los PVS, cabe mencionar que por optimización de tiempo es más viable el uso del programa, también que el programa realiza una simulación ya que se analiza el

comportamiento del flujo a diferencia del Excel el cual en las relaciones hidráulicas debe realizar interpolaciones lo cual no resulta tan preciso como el cálculo realizado por el programa SewerGEMS 10.03, traduciéndose en posibles errores en la determinación de la tensión de arrastre, y consecuentemente en la inadecuada valoración de un óptimo diseño.

- Se puede observar que aun así la hoja de cálculo tanto como el modelo realizado en el programa de diseño cumplen con el criterio mínimo de la fuerza tractiva para generar una velocidad de auto limpieza.
- El aforo de aguas residuales proporcionado por ENACAL fue realizado en el pozo ubicado frente al parque de ferias registrando un caudal máximo de 7.11 lps a una capacidad hidráulica (y/D) del 14%. Los resultados del aforo permitieron valorar que la alcantarilla existente en donde esta referenciado en plano como PVS-DESCARGA tiene la capacidad hidráulica suficiente para trasportar el caudal de diseño más el caudal existente dando como resultado la factibilidad de conexión.
- Se estima que para la construcción de la obra se requiere un total de C\$21,075,176.05.

## Recomendaciones

Con el fin de garantizar el funcionamiento correcto del diseño realizado y la correcta ejecución se realizan las siguientes recomendaciones:

- Es indispensable la presencia de un equipo de topografía para el replanteo de la obra y garantizar las pendientes, profundidades y ubicación de la red diseñada y así culminar con un sistema que trabaje por gravedad.
- Realizar campañas para concientizar a la población del correcto uso de la red sanitaria, para así evitar la presencia de basura que obstruya la red.
- El programa SewerGEMS 10.03 es un auxiliar de diseño y de modelación hidráulica, que no sustituye en un 100% los métodos convencionales en hojas de Excel u otros programas con el mismo fin. Se aconseja realizar una revisión de los datos, antes de declararlos 100% confiables, o garantizar una configuración inicial detallada que represente los datos que se abarcan en las normativas del país.
- Es necesario que en el momento de revisión y análisis del modelo realizado en SewerGEMS se esté observando el escenario correcto, debido que cada escenario puede estar modelado en un tipo de cálculo diferente (diseño y análisis). En el proyecto se realizó ambos escenarios para mostrar el tipo de cálculo correcto en los parámetros requeridos según la normativa vigente.
- Se recomienda buscar financiamiento para la construcción del sistema, lo que contribuirá a mejorar el nivel de vida de los habitantes de la comarca San Isidro de Bolas.



## Referencias

- Alvarado, V. M. (2016). *Ingeniería de costo*. México D.F: Grupo Editorial Patria.
- Argüello, I. (2013). *CIVIL 3D MATERIAL DE APOYO*. Managua.
- Autodesk. (01 de Agosto de 2019). *knowledge autodesk*. Obtenido de knowledge autodesk: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/civil-3d/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/Civil3D-UserGuide/files/GUID-1BFB673D-F667-410A-9400-0FAABEB5951C-htm.html>
- Baldizón, M. E. (2008). *APUNTES DE INGENIERÍA SANITARIA I*. Managua.
- Bentley Systems. (12 de Junio de 2019). *communities bentley*. Obtenido de communities bentley: <https://communities.bentley.com/>
- Carmona, R. P. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitarios, pluvial y drenaje en carreteras*. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones.
- CONAGUA. (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. Coyoacán, México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cualla, R. A. (1995). *ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- FISE. (2018). *Catalogo de etapas y sub-etapas*. Managua.
- INAA. (2013). *GUÍAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Managua.
- konstruedu. (26 de Enero de 2021). *konstruedu*. Obtenido de konstruedu: <https://konstruedu.com/es/blog/conociendo-civil-3d-aplicaciones-y-ventajas-de-uso>

- METCALF & EDDY, I. (1995). *Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- MTI. (2008). *MANUAL PARA LA REVISIÓN DE COSTO Y PRESUPUESTO*. Managua: CORASCO.
- Naciones , Unidas. (2010). *Principios y recomendaciones para los censos de población y habitación*. Nueva York: Revisión 2.
- (2019). *NTON 09 007-19*. Managua.
- OPS/CEPIS. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍA DE ALCANTARILLADO*. Lima, Colombia: UNATSABAR.
- OPS/CEPIS/05.169 UNATSABAR. (2005.). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO*. Lima.
- Rodríguez, V. M. (2003). *MUESTREO Y TAMAÑO DE MUESTRA*. Buenos Aires.
- Rojas, J. A. (1999). *Tratamiento de aguas residuales, Teoría y principios de diseño*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ron Crites & Tchobanoglous. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.
- Santos, E. P. (2015). *Topografía: Instrumentación y observaciones topográficas*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

## Anexos

Anexo 1: Encuesta a utilizar para el estudio socio económico de la población

### DATOS GENERALES

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio/GTI: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_ Sector: \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM (WG584): X: \_\_\_\_\_ Y: \_\_\_\_\_ Z: \_\_\_\_\_

#### I. DATOS DE COMPOSICIÓN DE LA FAMILIA

Nombres, Apellidos jefe/a de familia: \_\_\_\_\_

Cédula del jefe/a de familia: \_\_\_\_\_

Miembros de la Familia (Iniciar con responsable o jefe/a del hogar. Número de teléfono: \_\_\_\_\_)

NOMBRES Y APELLIDOS	PARENTESCO	SEXO		EDAD	Nivel Académico APROBADO					OCUPACIÓN
		M	F		N	P	S	T	U	

Número de familias que viven en la vivienda:		Número de integrantes de las familias:	
Número de hombres:		Número de mujeres:	
Número de niños y niñas de 0 a 18 años			

1. ¿Existen en el hogar personas con capacidades diferentes? Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Hombres: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Niños: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
 Mujeres: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Niños: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

## II. SITUACIÓN ECONÓMICA DE LA FAMILIA

2. ¿Cuántos de los miembros de la familia realizan trabajo remunerado? Hombres: \_\_\_\_\_ Mujeres: \_\_\_\_\_
3. ¿Cuál es el ingreso económico total de todos los miembros de la familia que trabajan y aportan a los gastos del hogar al mes? C\$ \_\_\_\_\_
4. ¿Cuánto es el gasto promedio mensual en pago por energía eléctrica del hogar? C\$ \_\_\_\_\_
5. ¿Cuánto es el gasto promedio mensual en pago por telefonía celular del hogar? C\$ \_\_\_\_\_
6. ¿Cuánto es el gasto promedio mensual estimado al mes del hogar? C\$ \_\_\_\_\_

### III. CONDICIONES DE LA VIVIENDA

¿Qué material de construcción predomina en la vivienda?

7. Paredes: a) Bloque: \_\_\_\_ b) Ladrillo: \_\_\_\_ c) Madera: \_\_\_\_ d) Otro: \_\_\_\_

8. El piso: a) Madera: \_\_\_\_ b) Tierra: \_\_\_\_ c) Ladrillo: \_\_\_\_ d) Otro: \_\_\_\_

9. El techo: a) Zinc: \_\_\_\_ b) Teja: \_\_\_\_ c) Palma: \_\_\_\_ d) Otro: \_\_\_\_

10. ¿La vivienda cuenta con servicio de energía eléctrica? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

11. ¿La vivienda cuenta con servicio de agua potable? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

12. Tenencia de la vivienda:

a) Propia \_\_\_\_ b) Alquilada \_\_\_\_ c) Prestada/En cuidado \_\_\_\_

### IV. ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO

13. ¿Cómo se abastece de agua para consumo del hogar?

a) Red pública dentro de la vivienda \_\_\_\_\_

b) Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la propiedad \_\_\_\_\_

c) Pozo público \_\_\_\_\_

d) Pozo privado \_\_\_\_\_

e) Fuente natural \_\_\_\_\_

f) Cosecha de agua \_\_\_\_\_

g) Otro, ¿Cuál? \_\_\_\_\_

14. ¿Quién acarrea el agua?

a) Niños/as \_\_\_\_\_ b) Mujeres \_\_\_\_\_ c) Hombres \_\_\_\_\_ d) Todos \_\_\_\_\_

15. Tiempo a la fuente de agua (Al sistema de abastecimiento, ida y vuelta)  
\_\_\_\_\_ minutos

16. ¿Dispone de suficiente agua para atender las necesidades del hogar? Sí \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

17. ¿Tiene menos disponibilidad de agua en el verano? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

18. ¿Cuánto es el gasto estimado mensual en pago de agua que recibe del hogar?  
C\$ \_\_\_\_\_

19. ¿Qué condiciones tiene el agua que consumen (¿Se puede marcar varias situaciones?)

a) Tiene mal sabor \_\_\_\_\_ b) Tiene mal olor \_\_\_\_\_

20. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

Tapados \_\_\_\_\_ Destapados \_\_\_\_\_ (Verificar)

21. ¿Estaría dispuesto a trabajar en un nuevo sistema de agua?

a) Sí \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_

**V. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA** (Observar, verificar)

22. ¿Cuál es la opción de saneamiento que posee en su vivienda?

a) Letrina \_\_\_\_\_ b) Inodoro \_\_\_\_\_ c) Ninguna \_\_\_\_\_ d) Otros (Mencionar) \_\_\_\_\_

23. ¿Usa letrina? a) Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

24. ¿En qué estado se encuentra su opción de saneamiento? a) Buena \_\_\_\_\_ b) Mala \_\_\_\_\_

25. ¿Dónde está instalada su opción de saneamiento?

a) Dentro de la vivienda \_\_\_\_\_ b) Fuera de la vivienda \_\_\_\_\_

26. ¿Su opción de saneamiento es de uso exclusivo del hogar?

a) Si, exclusivo \_\_\_\_\_ b) No, compartido con otras familias \_\_\_\_\_

27. ¿Cuántas familias comparten la opción de saneamiento? \_\_\_\_\_

28. ¿Están satisfechos con la opción de saneamiento que utiliza actualmente?

- a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_
29. De no tener opción de saneamiento, ¿Estaría dispuesto/a apoyar con la construcción de éstas?
- a) Sí \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
30. ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar para mejorar su opción de saneamiento?  
C\$ \_\_\_\_\_
31. ¿La letrina está construida en suelo? a) Rocoso \_\_\_\_\_ b) Arenoso \_\_\_\_\_ c) Arcilloso \_\_\_\_\_
32. ¿Qué hacen con las aguas de la cocina y/o lavadero de la casa?
- a) La riegan \_\_\_\_\_ b) La dejan correr \_\_\_\_\_ c) Tienen zanja de drenaje \_\_\_\_\_ d) Tiene filtro para drenaje \_\_\_\_\_ No generan aguas servidas \_\_\_\_\_
33. ¿Qué hacen con desechos sólidos? (Basura del hogar)
- a) La queman \_\_\_\_\_ b) La botan \_\_\_\_\_ c) Recolección domiciliar \_\_\_\_\_ d) La entierran \_\_\_\_\_

Nombre y Apellido del Encuestado (a) \_\_\_\_\_

Parentesco del jefe/a de familia \_\_\_\_\_

El formato de encuesta fue proporcionado por el FISE, dicho formato es el usado para la caracterización de las zonas de desarrollo de proyectos del FISE

## Anexo 2: Tablas de diseño

Tabla 8. Valores Z

Certeza	95%	94%	93%	92%	91%	90%
Z	1.96	1.88	1.81	1.75	1.69	1.64
Z <sup>2</sup>	3.84	3.53	3.28	3.06	2.86	2.72

Fuente: "Muestreo y tamaño de la muestra, una guía práctica para personal de salud que realiza investigación."

Tabla 9. Valores de "K" en base al % de removido

TIPO (M)	99%	98%	97%	96%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	60%	50%
A	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.8	0.85	0.8	0.75	0.65	0.55	0.5
B	2.35	2.1	1.97	1.87	1.77	1.47	1.28	1.13	0.98	0.9	0.67	0.54
C		3.55	3.2	2.95	2.75	2.1	1.75	1.5	1.26	1.1	0.85	0.63
D		3.93	3.5	3.2	3	2.3	1.9	1.6	1.4	1.38	0.9	0.69
16			3.9	3.55	3.3	2.5	2.05	1.71	1.45	1.3	0.95	0.71
8				3.95	3.6	2.68	2.15	1.8	1.52	1.32	1	0.73
4						3.18	2.5	2	1.66	1.45	1.03	0.76
2							3.25	2.55	2	1.75	1.2	0.82
1½							3.85	2.95	2.33	1.9	1.3	0.9
1								4	3	2.35	1.5	1

Fuente: Chernicharo, 2005

## Anexo 3: Datos parciales de levantamiento topográfico

ÍTEM	X	Y	Z	DESCRIPCIÓN
1	1338288.21	577130.905	235.256	BM#1
2	1338165.08	577139.1	240.431	BM#2
3	1338289.74	577128.384	234.666	BI
4	1338288.47	577121.564	234.635	BD
5	1338288.91	577124.913	234.841	CC
6	1338289.65	577129.304	234.752	PIE
7	1338290.63	577133.622	240.57	BORDE
8	1338290.85	577134.948	240.648	L.PROP
9	1338287.21	577119.019	235.09	L.PROP
10	1338232.61	577127.524	237.543	BD
11	1338232.16	577135.777	237.614	BI
12	1338232.18	577136.429	237.899	PIE
13	1338232.71	577132.015	237.772	CC



ÍTEM	X	Y	Z	DESCRIPCIÓN
14	1338233.52	577139.372	240.838	BORDE
15	1338233.73	577141.906	240.886	L.PROP
16	1338231.2	577124.879	237.995	L.PROP
17	1338211.72	577127.664	238.671	P.E
18	1338182.54	577128.407	240.073	P.E
19	1338174.74	577130.47	240.055	BD
20	1338174.45	577127.168	241.896	L.PROP
21	1338174.82	577137.891	239.881	BI
22	1338174.88	577138.308	239.85	PIE
23	1338175.18	577142.202	243.582	BORDE
24	1338175.14	577145.248	244.866	L.PROP
25	1338163.46	577143.492	244.31	P.E
26	1338160.43	577130.269	240.876	P.E
27	1338154.85	577132.134	240.792	NIVEL
28	1338154.92	577131.742	240.78	BD
29	1338154.45	577128.166	243.04	L.PROP
30	1338155.33	577138.836	240.632	BI
31	1338155.06	577135.125	240.818	CC
32	1338155.14	577139.292	240.622	PIE
33	1338154.77	577142.952	244.644	BORDE
34	1338155.12	577146.085	245.624	L.PROP
35	1338135.38	577145.933	245.228	L.PROP
36	1338135.4	577143.88	244.879	BORDE
37	1338135.21	577139.994	241.436	PIE
38	1338135.22	577139.583	241.47	BI
39	1338135.21	577135.457	241.685	CC
40	1338135.04	577131.252	241.53	BD
41	1338134.7	577126.218	244.025	L.PROP
42	1338134.64	577132.133	241.639	NIVEL
43	1338120.69	577143.786	244.778	P.E
44	1338122.52	577128.813	243.548	P.E
45	1338121.37	577125.336	244.107	L.PROP
46	1338111.17	577128.755	244.804	L.PROP
47	1338121.62	577112.96	244.461	L.PROP
48	1338114.07	577113.089	244.314	L.PROP
49	1338114.2	577121.533	242.908	P.V.S
50	1338119.95	577121.89	243.813	P.V.S
51	1338113.54	577135.338	242.875	CC
52	1338113.31	577139.428	242.669	BI
53	1338113.41	577139.75	242.65	PIE

ÍTEM	X	Y	Z	DESCRIPCIÓN
54	1338112.88	577144.737	246.98	BORDE
55	1338113.32	577147.092	246.79	L.PROP
56	1338099.11	577132.427	243.648	P.I
57	1338094.07	577132.216	243.919	NIVEL
58	1338094.21	577131.329	243.772	BD
59	1338094.53	577130.058	244.572	L.PROP
60	1338094.19	577134.836	243.941	CC
61	1338093.76	577138.499	243.767	BI
62	1338093.64	577138.844	243.762	PIE
63	1338093.6	577143.673	247.851	BORDE
64	1338093.24	577146.082	247.657	L.PROP
65	1338075.22	577130.429	245.027	NIVEL
66	1338075.3	577129.82	244.947	BD
67	1338074.39	577136.934	244.862	BI
68	1338074.96	577133.352	245.028	CC
69	1338073.18	577144.353	245.733	L.PROP
70	1338071.55	577120.679	246.664	L.PROP
71	1338064.47	577119.661	246.086	L.PROP
72	1338071.57	577109.901	245.62	L.PROP
73	1338065.7	577109.465	246.1	L.PROP
74	1338070.5	577115.065	246.003	P.V.S
75	1338059.81	577126.923	246.021	P.E
76	1338056.6	577128.22	245.941	NIVEL
77	1338056.64	577127.906	245.892	BD
78	1338055.84	577134.458	245.706	BI
79	1338056.18	577131.19	245.972	CC
80	1338055.08	577142.123	247.35	L.PROP
81	1338057.45	577119.354	247.103	L.PROP
82	1338038.09	577126.41	246.475	P.I
83	1338038.11	577126.159	246.408	BD
84	1338037.54	577132.387	246.305	BI
85	1338037.69	577129.449	246.51	CC
86	1338036.62	577138.269	247.423	L.PROP
87	1338079.52	577137.57	244.486	PIE
88	1338081.44	577142.803	247.943	BORDE
89	1338039.66	577116.539	247.833	L.PROP
90	1338019.5	577123.261	246.961	NIVEL
91	1338019.74	577122.525	246.862	BD
92	1338018.59	577129.438	246.806	BI
93	1338018.9	577126.173	247.015	CC

ÍTEM	X	Y	Z	DESCRIPCIÓN
94	1338017.91	577134.457	247.864	L.PROP
95	1338018.08	577113.417	248.509	L.PROP
96	1338005.3	577114.961	247.658	L.PROP
97	1338012.49	577104.698	248.216	P.V.S
98	1338018.72	577100.201	248.829	L.PROP
99	1338010.88	577100.333	248.696	L.PROP
100	1338017.29	577120.197	245.85	P.E
101	1338015.26	577131.503	246.199	P.E
102	1338002.17	577116.952	247.448	BD
103	1338003	577114.262	248.305	L.PROP
104	1337999.95	577123.433	247.513	BI
105	1338000.94	577120.289	247.648	CC
106	1337998.36	577127.104	247.68	L.PROP
107	1337984.95	577109.082	247.985	BD
108	1337983.45	577112.02	248.131	CC
109	1337981.98	577115.045	247.982	BI
110	1337980.13	577118.773	248.054	L.PROP
111	1337987.53	577104.361	250.113	L.PROP
112	1337994.84	577107.65	250.176	L.PROP
113	1337994.3	577111.512	248.12	L.PROP
114	1337971.19	577097.066	248.767	L.PROP
115	1337968.41	577099.23	248.426	BD
116	1337966.57	577102.282	248.483	CC
117	1337964.92	577105.323	248.341	BI
118	1337962.75	577109.999	248.334	L.PROP
119	1337970.77	577110.484	248.393	IDRANTE
120	1337971.68	577108.808	248.252	BALBULA
121	1337969.38	577096.155	248.866	L.PROP
122	1337960.2	577108.773	248.652	L.PROP
123	1337950.42	577092.371	249.008	BD
124	1337950.73	577090.346	249.15	L.PROP
125	1337948.61	577099.117	248.734	BI
126	1337949.31	577095.831	248.939	CC
127	1337947.29	577103.34	249.068	L.PROP
128	1337981.11	577104.643	248.327	P.E
129	1337955.07	577103.402	248.801	P.E
130	1337953.99	577091.67	249.097	P.E
131	1337933.13	577089.558	249.246	BD
132	1337931.93	577096.553	249.084	BI
133	1337932.48	577093.248	249.236	CC

ÍTEM	X	Y	Z	DESCRIPCIÓN
134	1337933.78	577087.392	249.434	L.PROP
135	1337931.49	577104.662	249.5	L.PROP
136	1337919.54	577085.328	249.071	L.PROP
137	1337906.39	577084.212	249.34	L.PROP
138	1337908.62	577062.777	246.046	L.PROP
139	1337917.86	577062.158	245.724	L.PROP
140	1337917.6	577062.252	245.599	BORDILLO
141	1337909.5	577062.147	245.613	BORDILLO
142	1337913.57	577062.287	245.623	CC
143	1337919.92	577085.924	249.16	BORDILLO
144	1337918.96	577085.209	249.011	BORDILLO
145	1337918.22	577082.575	248.547	BORDILLO
146	1337907.73	577082.305	248.765	BORDILLO
147	1337905.91	577084.617	249.363	BORDILLO
148	1337914	577094.685	249.485	BI
149	1337914.57	577091.408	249.596	CC
150	1337914.75	577087.515	249.41	BD
151	1337913	577102.451	249.465	L.PROP
152	1337976.61	577099.399	249.18	CR
153	1337951.65	577090.566	249.152	CR
154	1337929.01	577086.656	249.422	CR
155	1337895.94	577085.803	249.993	BD
156	1337895.66	577089.801	250.038	CC
157	1337895.27	577093.289	249.847	BI
158	1337888.6	577097.116	249.407	L.PROP
159	1337895.31	577084.279	250.007	L.PROP
160	1337877.05	577085.148	250.479	BD
161	1337876.54	577088.723	250.423	CC
162	1337876.36	577092.191	250.118	BI
163	1337875.87	577094.987	250.056	L.PROP
164	1337877.04	577083.716	250.34	L.PROP
165	1337857.67	577084.272	250.991	BD
166	1337857.42	577087.429	251.004	CC
167	1337857.66	577091.778	250.661	BI
168	1337857.61	577092.345	250.606	L.PROP
169	1337852.74	577092.142	250.795	CR
170	1337861.87	577092.472	250.477	CR
171	1337873.86	577093.914	250.039	CR
172	1337881.79	577095.573	249.769	CR
173	1337898.83	577084.19	249.947	CR

ÍTEM	X	Y	Z	DESCRIPCIÓN
174	1337889.99	577084.433	250.025	CR
175	1337883.34	577083.934	250.438	CR
176	1337874.59	577083.393	250.793	CR
177	1337865.91	577082.476	250.869	CR
178	1337855.92	577081.609	251.077	CR
179	1337858.21	577082.001	251.057	L.PROP
180	1337838.05	577081.089	252.048	L.PROP
181	1337837.86	577091.294	251.413	BI
182	1337837.8	577092.215	251.288	L.PROP
183	1337838.38	577084.379	251.422	BD
184	1337837.87	577087.924	251.56	CC
185	1337818.91	577085.29	251.971	BD
186	1337818.71	577089.044	252.095	CC
187	1337818.91	577092.599	251.937	BI
188	1337818.88	577095.069	251.964	L.PROP
189	1337818.68	577081.938	252.537	L.PROP
190	1337799.72	577088.03	252.617	BD
191	1337800.09	577091.795	252.657	CC
192	1337800.65	577095.198	252.454	BI
193	1337801.17	577097.758	253.075	L.PROP
194	1337799.05	577083.771	252.993	L.PROP
195	1337781.04	577091.302	253.246	BD
196	1337781.78	577094.98	253.305	CC
197	1337782.39	577098.491	253.084	BI
198	1337782.83	577101.437	253.367	L.PROP
199	1337780.77	577087.709	253.518	L.PROP
200	1337762.88	577095.154	254.106	BD

Nota: Esto representa una parte del levantamiento topográfico realizado, el levantamiento total consta de 1813 puntos (Nube de punto completa el archivo CSV)

#### Anexo 4: Tablas de cálculo de diseño de redes de alcantarillado

Tabla 10. Cálculo de caudal de diseño

AÑO	POBLACIÓN (hab)	DOTACIÓN (Lt/hab/día)	QDomiciliar L/S	Qmed L/S	Qmin (L/S)	FH Adim.
2023	1,734	100	2.01	1.61	0.32	3.00
2028	1,962	100	2.27	1.82	0.36	3.00
2033	2,220	100	2.57	2.06	0.41	3.00
2038	2,511	100	2.91	2.33	0.47	3.00
2043	2,841	100	3.29	2.63	0.53	3.00
2048	3,215	100	3.72	2.98	0.60	3.00

AÑO	AÑO	Qmáx (L/S)	Qinf (L/S)	Qcom (L/S)	Qinst (L/S)	Qind (L/S)	Qd (L/S)	Qu (L/S)
2023	2023	4.82	0.03	0.14	0.14	0.04	5.17	0.0147
2028	2028	5.45	0.03	0.16	0.16	0.05	5.84	0.0166
2033	2033	6.17	0.03	0.18	0.18	0.05	6.61	0.0188
2038	2038	6.98	0.03	0.20	0.20	0.06	7.47	0.0212
2043	2043	7.89	0.03	0.23	0.23	0.07	8.45	0.0240
2048	2048	8.93	0.03	0.26	0.26	0.07	9.55	0.0271

Tabla 11. Cálculo de caudales por tramo

Tramo	PVS		Longitud (m)		Viviendas (und)		Población (hab)		Harmon		Qdomiciliar	Qmed	Qmin	Qmáx	Qinf	Qcom (L/S)	Qinst (L/S)	Qind (L/S)	Qd (L/S)	Qd(Propuesto)	Qd_Sewer gems	Diferencia
	De	A	Propia	Acumulada	Propia	Acumulada	Propia	Acumulada	Calculado	Propuesto	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
Red del PVS-1 al PVS-18																						
1	PVS-1	PVS-2	40.3	40.3	4	4	20	20	4.38	3.00	0.02	0.02	0.00	0.06	0.00	0.002	0.002	0.000	0.06	1.5	1.50	0.00
2	PVS-2	PVS-3	21.1	61.4	3	7	15	35	4.34	3.00	0.04	0.03	0.01	0.10	0.00	0.003	0.003	0.001	0.10	1.5	1.50	0.00
3	PVS-3	PVS-4	14.7	76.1	2	9	10	45	4.32	3.00	0.05	0.04	0.01	0.12	0.00	0.004	0.004	0.001	0.13	1.5	1.50	0.00
4	PVS-4	PVS-5	18.8	94.9	2	11	10	54	4.31	3.00	0.06	0.05	0.01	0.15	0.00	0.004	0.004	0.001	0.16	1.5	1.50	0.00
5	PVS-5	PVS-6	53.4	148.3	5	16	25	79	4.27	3.00	0.09	0.07	0.01	0.22	0.00	0.006	0.006	0.002	0.24	1.5	1.50	0.00
6	PVS-6	PVS-7	18.8	167.1	2	18	10	89	4.26	3.00	0.10	0.08	0.02	0.25	0.00	0.007	0.007	0.002	0.27	1.5	1.50	0.00
7	PVS-7	PVS-8	34.5	201.6	10	28	50	139	4.20	3.00	0.16	0.13	0.03	0.39	0.00	0.011	0.011	0.003	0.41	1.5	1.50	0.00
8	PVS-8	PVS-9	33.6	235.2	12	40	59	198	4.15	3.00	0.23	0.18	0.04	0.55	0.00	0.016	0.016	0.005	0.59	1.5	1.50	0.00
9	PVS-9	PVS-10	78	313.2	16	56	79	277	4.09	3.00	0.32	0.26	0.05	0.77	0.00	0.022	0.022	0.006	0.82	1.5	1.50	0.00
10	PVS-10	PVS-11	55.6	368.8	13	69	64	342	4.05	3.00	0.40	0.32	0.06	0.95	0.00	0.028	0.028	0.008	1.01	1.5	1.50	0.00
11	PVS-11	PVS-12	36.1	404.9	2	71	10	352	4.05	3.00	0.41	0.33	0.07	0.98	0.00	0.028	0.028	0.008	1.04	1.5	1.50	0.00
12	PVS-12	PVS-13	50.1	455	1	72	5	357	4.05	3.00	0.41	0.33	0.07	0.99	0.00	0.029	0.029	0.008	1.06	1.5	1.50	0.00
13	PVS-13	PVS-14	25.1	480.1	2	74	10	367	4.04	3.00	0.42	0.34	0.07	1.02	0.00	0.030	0.030	0.008	1.09	1.5	1.50	0.00
14	PVS-14	PVS-15	75.2	555.3	3	77	15	381	4.03	3.00	0.44	0.35	0.07	1.06	0.00	0.031	0.031	0.009	1.13	1.5	1.50	0.00
15	PVS-15	PVS-16	40	595.3	2	79	10	391	4.03	3.00	0.45	0.36	0.07	1.09	0.00	0.032	0.032	0.009	1.16	1.5	1.50	0.00
16	PVS-16	PVS-18	62.9	658.2	5	84	25	416	4.01	3.00	0.48	0.39	0.08	1.16	0.00	0.034	0.034	0.010	1.24	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-17 HASTA PVS-17																						
17	PVS-17	PVS-18	69.1	69.1	5	5	25	25	4.37	3.00	0.03	0.02	0.00	0.07	0.00	0.002	0.002	0.001	0.00	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-18 HASTA PVS-21																						
18	PVS-18	PVS-19	28	755.3	2	91	10	451	4.00	3.00	0.52	0.42	0.08	1.25	0.00	0.037	0.037	0.010	1.34	1.5	1.50	0.00
19	PVS-19	PVS-21	55.8	811.1	5	96	25	476	3.99	3.00	0.55	0.44	0.09	1.32	0.00	0.039	0.039	0.011	1.41	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-20 HASTA PVS-21																						
20	PVS-20	PVS-21	46.8	46.8	0	0	0.00	0.00	4.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-21 HASTA PVS-26																						
21	PVS-21	PVS-22	42.2	900.1	15	111	74	550	3.95	3.00	0.64	0.51	0.10	1.53	0.01	0.045	0.045	0.013	1.63	1.63	1.63	0.00
22	PVS-22	PVS-23	35.6	935.7	10	121	50	599	3.93	3.00	0.69	0.56	0.11	1.67	0.01	0.049	0.049	0.014	1.78	1.78	1.78	0.00
23	PVS-23	PVS-24	47.9	983.6	13	134	64	664	3.91	3.00	0.77	0.61	0.12	1.84	0.01	0.054	0.054	0.015	1.97	1.97	1.97	0.00
24	PVS-24	PVS-26	68	1051.6	15	149	74	738	3.88	3.00	0.85	0.68	0.14	2.05	0.01	0.060	0.060	0.017	2.19	2.19	2.19	0.00
TRAMO DE RED PVS-25 HASTA PVS-26																						
25	PVS-25	PVS-26	67.7	67.7	7	7	35	35	4.34	3.00	0.04	0.03	0.01	0.10	0.00	0.003	0.003	0.001	0.10	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-25 HASTA PVS-26																						
26	PVS-26	PVS-28	87.8	1207.1	9	165	45	817	3.85	3.00	0.95	0.76	0.15	2.27	0.01	0.066	0.066	0.019	2.43	2.43	2.43	0.00
TRAMO DE RED PVS-27 HASTA PVS-28																						
27	PVS-27	PVS-28	53.3	53.3	3	3	15	15	4.40	3.00	0.02	0.01	0.00	0.04	0.00	0.001	0.001	0.000	0.04	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-28 HASTA PVS-35																						
28	PVS-28	PVS-29	90.3	1350.7	4	172	20	852	3.84	3.00	0.99	0.79	0.16	2.37	0.01	0.069	0.069	0.020	2.53	2.53	2.53	0.00
29	PVS-29	PVS-30	80	1430.7	4	176	20	872	3.84	3.00	1.01	0.81	0.16	2.42	0.01	0.071	0.071	0.020	2.59	2.59	2.59	0.00
30	PVS-30	PVS-31	39.6	1470.3	1	177	5	877	3.84	3.00	1.01	0.81	0.16	2.44	0.01	0.071	0.071	0.020	2.61	2.61	2.60	-0.01
31	PVS-31	PVS-35	34.1	1504.4	0	177	0	877	3.84	3.00	1.01	0.81	0.16	2.44	0.01	0.071	0.071	0.020	2.61	2.61	2.60	-0.01
TRAMO DE RED PVS-32 HASTA PVS-34																						
32	PVS-32	PVS-34	49.4	49.4	3	3	15	15	4.40	3.00	0.02	0.01	0.00	0.04	0.00	0.001	0.001	0.000	0.04	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-33 HASTA PVS-34																						
33	PVS-33	PVS-34	22.4	22.4	2	2	10	10	4.42	3.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.001	0.001	0.000	0.03	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-34 HASTA PVS-35																						
34	PVS-34	PVS-35	52.3	124.1	12	17	59	84	4.26	3.00	0.10	0.08	0.02	0.23	0.00	0.007	0.007	0.002	0.25	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-35 HASTA PVS-37																						
35	PVS-35	PVS-37	53.5	1682	1	195	5	966	3.81	3.00	1.12	0.89	0.18	2.68	0.01	0.078	0.078	0.022	2.87	2.87	2.87	0.00

Leyenda	Color
Tramos iniciales	
Tramos secundarios	
Colectora principal	

Tramo	PVS		Longitud (m)		Viviendas (und)		Población (hab)		Harmon		Qdomiciliar	Qmed	Qmin	Qmáx	Qinf	Qcom (L/S)	Qinst (L/S)	Qind (L/S)	Qd (L/S)	Qd(Propuesto)	Qd_Sewer gems	Diferencia
	De	A	Propia	Acumulada	Propia	Acumulada	Propia	Acumulada	Calculado	Propuesto	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
TRAMO DE RED PVS-36 HASTA PVS-37																						
36	PVS-36	PVS-37	100	100	16	16	79	79	4.27	3.00	0.09	0.07	0.01	0.22	0.00	0.006	0.006	0.002	0.24	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-37 HASTA PVS-47																						
37	PVS-37	PVS-38	56.8	1838.8	1	212	5	1050	3.79	3.00	1.22	0.97	0.19	2.92	0.01	0.085	0.085	0.024	3.12	3.12	3.12	0.00
38	PVS-38	PVS-39	50.6	1889.4	0	212	0	1050	3.79	3.00	1.22	0.97	0.19	2.92	0.01	0.085	0.085	0.024	3.12	3.12	3.12	0.00
39	PVS-39	PVS-40	50	1939.4	6	218	30	1080	3.78	3.00	1.25	1.00	0.20	3.00	0.01	0.087	0.087	0.025	3.21	3.21	3.20	-0.01
40	PVS-40	PVS-41	28.5	1967.9	0	218	0	1080	3.78	3.00	1.25	1.00	0.20	3.00	0.01	0.087	0.087	0.025	3.21	3.21	3.20	-0.01
41	PVS-41	PVS-42	30.4	1998.3	1	219	5	1085	3.78	3.00	1.26	1.00	0.20	3.01	0.01	0.088	0.088	0.025	3.23	3.23	3.22	-0.01
42	PVS-42	PVS-43	75.4	2073.7	0	219	0	1085	3.78	3.00	1.26	1.00	0.20	3.01	0.01	0.088	0.088	0.025	3.23	3.23	3.22	-0.01
43	PVS-43	PVS-44	99.6	2173.3	4	223	20	1105	3.77	3.00	1.28	1.02	0.20	3.07	0.01	0.090	0.090	0.026	3.29	3.29	3.28	-0.01
44	PVS-44	PVS-45	50.2	2223.5	7	230	35	1139	3.76	3.00	1.32	1.05	0.21	3.16	0.01	0.092	0.092	0.026	3.39	3.39	3.38	-0.01
45	PVS-45	PVS-47	40.2	2263.7	1	231	5	1144	3.76	3.00	1.32	1.06	0.21	3.18	0.01	0.093	0.093	0.026	3.40	3.40	3.40	0.00
TRAMO DE RED PVS-46 HASTA PVS-47																						
46	PVS-46	PVS-47	86.3	86.3	11	11	54	54	4.31	3.00	0.06	0.05	0.01	0.15	0.00	0.004	0.004	0.001	0.16	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-47 HASTA PVS-50																						
47	PVS-47	PVS-48	30.1	2380.1	1	243	5	1204	3.75	3.00	1.39	1.11	0.22	3.34	0.01	0.098	0.098	0.028	3.58	3.58	3.57	-0.01
48	PVS-48	PVS-50	49	2429.1	1	244	5	1209	3.75	3.00	1.40	1.12	0.22	3.36	0.01	0.098	0.098	0.028	3.59	3.59	3.59	0.00
TRAMO DE RED PVS-49 HASTA PVS-50																						
49	PVS-49	PVS-50	50.1	50.1	11	11	54	54	4.31	3.00	0.06	0.05	0.01	0.15	0.00	0.004	0.004	0.001	0.16	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-50 HASTA PVS-52																						
50.0	PVS-50	PVS-52	39.5	2518.7	1.0	256.0	5	1268	3.73	3.00	1.5	1.2	0.2	3.5	0.0	0.1	0.1	0.0	3.8	3.8	3.8	0.0
TRAMO DE RED PVS-50 HASTA PVS-52																						
51	PVS-51	PVS-52	29.9	29.9	1	1	5.0	5.0	4.44	3.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.000	0.000	0.000	0.01	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-52 HASTA PVS-58																						
52	PVS-52	PVS-53	50.2	2598.8	5	262	25	1298	3.72	3.00	1.50	1.20	0.24	3.61	0.01	0.105	0.105	0.030	3.86	3.86	3.85	-0.01
53	PVS-53	PVS-54	54	2652.8	0	262	0	1298	3.72	3.00	1.50	1.20	0.24	3.61	0.01	0.105	0.105	0.030	3.86	3.86	3.85	-0.01
54	PVS-54	PVS-55	22.7	2675.5	1	263	5	1303	3.72	3.00	1.51	1.21	0.24	3.62	0.01	0.106	0.106	0.030	3.88	3.88	3.87	-0.01
55	PVS-55	PVS-56	20.9	2696.4	0	263	0	1303	3.72	3.00	1.51	1.21	0.24	3.62	0.01	0.106	0.106	0.030	3.88	3.88	3.87	-0.01
56	PVS-56	PVS-58	33.7	2730.1	0	263	0	1303	3.72	3.00	1.51	1.21	0.24	3.62	0.02	0.106	0.106	0.030	3.88	3.88	3.87	-0.01
TRAMO DE RED PVS-52 HASTA PVS-58																						
57	PVS-57	PVS-58	55.6	55.6	7	7	35	35	4.34	3.00	0.04	0.03	0.01	0.10	0.00	0.003	0.003	0.001	0.10	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-58 HASTA PVS-60																						
58	PVS-58	PVS-60	27.2	2812.9	7	277	35	1372	3.71	3.00	1.59	1.27	0.25	3.81	0.02	0.111	0.111	0.032	4.08	4.08	4.07	-0.01
TRAMO DE RED PVS-59 HASTA PVS-60																						
59	PVS-59	PVS-60	69.4	69.4	10	10	50	50	4.32	3.00	0.06	0.05	0.01	0.14	0.00	0.004	0.004	0.001	0.15	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-60 HASTA PVS-62																						
60	PVS-60	PVS-62	43.6	2925.9	8	295	40	1461	3.69	3.00	1.69	1.35	0.27	4.06	0.02	0.118	0.118	0.034	4.35	4.35	4.34	-0.01
TRAMO DE RED PVS-61 HASTA PVS-62																						
61	PVS-61	PVS-62	33.8	33.8	9	9	45	45	4.32	3.00	0.05	0.04	0.01	0.12	0.00	0.004	0.004	0.001	0.13	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-61 HASTA PVS-62																						
62	PVS-62	PVS-63	70.3	3030	29	333	144	1650	3.65	3.00	1.91	1.53	0.31	4.58	0.02	0.134	0.134	0.038	4.90	4.90	4.90	0.00
63	PVS-63	PVS-64	38.2	3068.2	3	336	15	1664	3.65	3.00	1.93	1.54	0.31	4.62	0.02	0.135	0.135	0.039	4.95	4.95	4.94	-0.01
64	PVS-64	PVS-71	34.1	3102.3	4	340	20	1684	3.64	3.00	1.95	1.56	0.31	4.68	0.02	0.136	0.136	0.039	5.01	5.01	5.00	-0.01
TRAMO DE RED PVS-65 HASTA PVS-67																						
65	PVS-65	PVS-67	89.9	89.9	6	6	30	30	4.36	3.00	0.03	0.03	0.01	0.08	0.00	0.002	0.002	0.001	0.09	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-66 HASTA PVS-67																						
66	PVS-66	PVS-67	30	30	2	2	10	10	4.42	3.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.001	0.001	0.000	0.03	1.5	1.50	0.00

Leyenda	Color
Tramos iniciales	
Tramos secundarios	
Colectora principal	



Tramo	PVS		Longitud (m)		Viviendas (und)		Población (hab)		Harmon		Qdomiliar	Qmed	Qmin	Qmáx	Qinf	Qcom	Qinst	Qind	Qd	Qd(Pro	Qd_Sewer	Diferencia
	De	A	Propia	Acumulada	Propia	Acumulada	Propia	Acumulada	Calculado	Propuesto	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
TRAMO DE RED PVS-67 HASTA PVS-70																						
67	PVS-67	PVS-70	57.6	177.5	7	15	35	74	4.28	3.00	0.09	0.07	0.01	0.21	0.00	0.006	0.006	0.002	0.22	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-68 HASTA PVS-70																						
68	PVS-68	PVS-70	66.7	66.7	9	9	45	45	4.32	3.00	0.05	0.04	0.01	0.12	0.00	0.004	0.004	0.001	0.13	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-69 HASTA PVS-70																						
69	PVS-69	PVS-70	37	37	0	0	0.00	0.00	4.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-70 HASTA PVS-71																						
70	PVS-70	PVS-71	51.2	332.4	7	31	35	154	4.19	3.00	0.18	0.14	0.03	0.43	0.00	0.012	0.012	0.004	0.46	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-71 HASTA PVS-75																						
71	PVS-71	PVS-72	52.9	3487.6	27	398	134	1972	3.59	3.00	2.28	1.83	0.37	5.48	0.02	0.160	0.160	0.046	5.86	5.86	5.85	-0.01
72	PVS-72	PVS-73	51.5	3539.1	27	425	134	2105	3.57	3.00	2.44	1.95	0.39	5.85	0.02	0.171	0.171	0.049	6.26	6.26	6.25	-0.01
73	PVS-73	PVS-75	52.1	3591.2	23	448	114	2219	3.55	3.00	2.57	2.05	0.41	6.16	0.02	0.180	0.180	0.051	6.60	6.60	6.59	-0.01
TRAMO DE RED PVS-74 HASTA PVS-75																						
74	PVS-74	PVS-75	60.1	60.1	25	25	124	124	4.22	3.00	0.14	0.11	0.02	0.34	0.00	0.010	0.010	0.003	0.37	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-75 HASTA PVS-79																						
75	PVS-75	PVS-79	43.8	3695.1	2	475	9.91	2353	3.53	3.00	2.72	2.18	0.44	6.54	0.02	0.191	0.191	0.054	6.99	6.99	6.98	0
TRAMO DE RED PVS-76 HASTA PVS-78																						
76	PVS-76	PVS-78	46.9	46.9	8	8	39.63	40	4.33	3.00	0.05	0.04	0.01	0.11	0.00	0.003	0.003	0.001	0.12	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-77 HASTA PVS-78																						
77	PVS-77	PVS-78	19.8	19.8	1	1	4.95	5	4.44	3.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.000	0.000	0.000	0.01	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-77 HASTA PVS-78																						
78	PVS-78	PVS-79	61.4	128.1	13	22	64.40	109	4.23	3.00	0.13	0.10	0.02	0.30	0.00	0.009	0.009	0.003	0.32	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-79 HASTA PVS-81																						
79	PVS-79	PVS-81	34.3	3857.5	2	499	9.91	2472	3.51	3.00	2.86	2.29	0.46	6.87	0.02	0.200	0.200	0.057	7.35	7.35	7.34	-0.01
TRAMO DE RED PVS-80 HASTA PVS-81																						
80	PVS-80	PVS-81	93.4	93.4	32	32	158.52	159	4.18	3.000	0.18	0.15	0.03	0.44	0.00	0.013	0.013	0.004	0.47	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-81 HASTA PVS-84																						
81	PVS-81	PVS-82	45.8	3996.7	8	539	39.63	2670	3.48	3.00	3.09	2.47	0.49	7.42	0.02	0.216	0.216	0.062	7.93	7.93	7.91	-0.02
82	PVS-82	PVS-84	41.5	4038.2	6	545	29.72	2700	3.48	3.00	3.12	2.50	0.50	7.50	0.02	0.219	0.219	0.062	8.02	8.02	8.00	-0.02
TRAMO DE RED PVS-83 HASTA PVS-84																						
83	PVS-83	PVS-84	34.4	34.4	1	1	4.95	5	4.44	3.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.000	0.000	0.000	0.01	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-84 HASTA PVS-86																						
84	PVS-84	PVS-86	22	4094.6	0	546	0.00	2705	3.48	3.000	3.13	2.50	0.50	7.51	0.02	0.219	0.219	0.063	8.04	8.04	8.01	-0.03
TRAMO DE RED PVS-85 HASTA PVS-86																						
85	PVS-85	PVS-86	29.7	29.7	6	6	29.72	30	4.36	3.000	0.03	0.03	0.01	0.08	0.00	0.002	0.002	0.001	0.09	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-86 HASTA PVS-88																						
86	PVS-86	PVS-88	18.9	4143.2	0	552	0.00	2734	3.48	3.00	3.16	2.53	0.51	7.60	0.02	0.222	0.222	0.063	8.13	8.13	8.10	-0.03
TRAMO DE RED PVS-87 HASTA PVS-88																						
87	PVS-87	PVS-88	51.1	51.1	10	10	49.54	50	4.32	3.00	0.06	0.05	0.01	0.14	0.00	0.004	0.004	0.001	0.15	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-88 HASTA PVS-93																						
88	PVS-88	PVS-89	51.3	4245.6	6	568	29.72	2814	3.47	3.00	3.26	2.61	0.52	7.82	0.02	0.228	0.228	0.065	8.36	8.36	8.33	-0.03
89	PVS-89	PVS-90	39.9	4285.5	3	571	14.86	2829	3.46	3.00	3.27	2.62	0.52	7.86	0.02	0.229	0.229	0.065	8.40	8.40	8.38	-0.02
90	PVS-90	PVS-91	40.7	4326.2	3	574	14.86	2843	3.46	3.00	3.29	2.63	0.53	7.90	0.02	0.230	0.230	0.066	8.45	8.45	8.42	-0.03
91	PVS-91	PVS-93	42.1	4368.3	4	578	19.82	2863	3.46	3.00	3.31	2.65	0.53	7.95	0.02	0.232	0.232	0.066	8.51	8.51	8.48	-0.03
TRAMO DE RED PVS-92 HASTA PVS-93																						
92	PVS-92	PVS-93	35.6	35.6	5	5	24.77	25	4.37	3.00	0.03	0.02	0.00	0.07	0.00	0.002	0.002	0.001	0.07	1.5	1.50	0.00

Tramo	PVS		Longitud (m)		Viviendas (und)		Población (hab)		Harmon		Qdomiliar	Qmed	Qmin	Qmáx	Qinf	Qcom (L/S)	Qinst (L/S)	Qind (L/S)	Qd (L/S)	Qd(Propuesto)	Qd_Sewer gems	Diferencia
	De	A	Propia	Acumulada	Propia	Acumulada	Propia	Acumulada	Calculado	Propuesto	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
93	PVS-93	PVS-95	12.9	4416.8	2	585	10	2898	3.46	3.00	3.35	2.68	0.54	8.05	0.02	0.235	0.235	0.067	8.61	8.61	8.58	-0.03
TRAMO DE RED PVS-94 HASTA PVS-95																						
94	PVS-94	PVS-95	35.4	35.4	0	0	0.00	0	4.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-95 HASTA PVS-99																						
95	PVS-95	PVS-96	66	4518.2	14	599	69	2967	3.45	3.00	3.43	2.75	0.55	8.24	0.03	0.240	0.240	0.069	8.82	8.82	8.79	-0.03
96	PVS-96	PVS-97	50.5	4568.7	26	625	129	3096	3.43	3.00	3.58	2.87	0.57	8.60	0.03	0.251	0.251	0.072	9.20	9.20	9.17	-0.03
97	PVS-97	PVS-99	52.1	4620.8	12	637	59	3156	3.42	3.00	3.65	2.92	0.58	8.77	0.03	0.256	0.256	0.073	9.38	9.38	9.35	-0.03
TRAMO DE RED PVS-98 HASTA PVS-99																						
98	PVS-98	PVS-99	26.1	26.1	4	4	20	20	4.38	3.00	0.02	0.02	0.00	0.06	0.00	0.002	0.002	0.000	0.06	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-99 HASTA PVS-102																						
99	PVS-99	PVS-100	35.3	4656.1	6	647	30	3205	3.42	3.00	3.71	2.97	0.59	8.90	0.03	0.260	0.260	0.074	9.52	9.52	9.50	-0.02
100	PVS-100	PVS-101	38.2	4694.3	2	649	10	3215	3.42	3.00	3.72	2.98	0.60	8.93	0.03	0.260	0.260	0.074	9.55	9.55	9.53	-0.02
101	PVS-101	PVS-102	37.2	4731.5	0	649	0	3215	3.42	3.00	3.72	2.98	0.60	8.93	0.03	0.260	0.260	0.074	9.55	9.55	9.53	-0.02
102	PVS-102	PVS-104	50.1	4781.6	0	649	0	3215	3.42	3.00	3.72	2.98	0.60	8.93	0.03	0.260	0.260	0.074	9.55	9.55	9.53	-0.02
TRAMO DE RED PVS-103 HASTA PVS-104																						
103	PVS-103	PVS-104	20.5	20.5	0	0	0.00	0	4.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	1.5	1.50	0.00
TRAMO DE RED PVS-104 HASTA PVS-106																						
104	PVS-104	PVS-106	49.1	4851.2	0	649	0.00	3215	3.42	3.00	3.72	2.98	0.60	8.93	0.03	0.260	0.260	0.074	9.55	9.55	9.53	-0.02
TRAMO DE RED PVS-105 HASTA PVS-106																						
105	PVS-105	PVS-106	20.6	20.6	0	0	0.00	0	4.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	1.5	1.50	0.00
106	PVS-106	PVS DESCARGA	65.2	4937	0	649	0.00	3215	3.42	3.00	3.72	2.98	0.60	8.93	0.03	0.260	0.260	0.074	9.55	9.55	9.53	-0.02

Leyenda	Color
Tramos iniciales	
Tramos secundarios	
Colectora principal	

Fuente propia: Elaboración de cálculos de caudal por tramo en Microsoft Excel

Tabla 12. Cálculo hidráulicos por tramo

TRAMO	PVS				Longitud L (m)	Q diseño (L/s)	S (%)(Prop uesta)	Diámetro		Dc		Qo (L/s)	Vo (m/s)	Q/Qo (L/s)	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V (m/s)	V2/2g	R	T (Pa)	d (m)	NF	Prof. a Clave	
	Inicio	ELEV	Final	ELEF				m	Pulg	pulg	m														De	A
Red del PVS-1 al PVS-18																										
1	PVS-1	380.86	PVS-2	379.99	40.3	1.5	2.16%	0.05	1.9	6	0.1500	32	1.83	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	0.96	0.047	0.0141	2.99	0.02	6.1	1.35	1.35
2	PVS-2	379.99	PVS-3	379.571	21.1	1.5	1.98%	0.05	1.9	6	0.1500	31.0	1.76	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	0.92	0.043	0.0141	2.75	0.02	6.1	1.35	1.35
3	PVS-3	379.571	PVS-4	379.539	14.7	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17.1	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.33	1.38
4	PVS-4	379.539	PVS-5	379.368	18.8	1.5	0.61%	0.06	2.4	6	0.1500	17.2	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.019	0.0183	1.10	0.03	6.1	1.39	1.33
5	PVS-5	379.368	PVS-6	378.623	53.4	1.5	1.39%	0.05	2.0	6	0.1500	26.0	1.47	0.060	0.551	0.167	0.409	0.128	0.81	0.034	0.0153	2.10	0.03	6.1	1.34	1.34
6	PVS-6	378.623	PVS-7	378.022	18.8	1.5	3.20%	0.04	1.7	6	0.1500	39.4	2.23	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.09	0.060	0.0128	4.02	0.02	6.1	1.36	1.36
7	PVS-7	378.022	PVS-8	377.478	34.5	1.5	1.58%	0.05	2.0	6	0.1500	27.7	1.57	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	0.82	0.034	0.0141	2.19	0.02	6.1	1.34	1.34
8	PVS-8	377.478	PVS-9	376.616	33.6	1.5	2.56%	0.05	1.8	6	0.1500	35.3	1.99	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	0.97	0.048	0.0128	3.21	0.02	6.1	1.35	1.35
9	PVS-9	376.616	PVS-10	374.7	78	1.5	2.46%	0.05	1.8	6	0.1500	34.5	1.95	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	0.95	0.046	0.0128	3.08	0.02	6.1	1.35	1.35
10	PVS-10	374.7	PVS-11	372.586	55.6	1.5	3.80%	0.04	1.7	6	0.1500	42.9	2.43	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.09	0.060	0.0113	4.20	0.02	6.1	1.36	1.36
11	PVS-11	372.586	PVS-12	370.852	36.1	1.5	4.81%	0.04	1.6	6	0.1500	48.3	2.73	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.22	0.076	0.0113	5.31	0.02	6.1	1.38	1.38
12	PVS-12	370.852	PVS-13	369.266	50.1	1.5	3.17%	0.04	1.7	6	0.1500	39.2	2.22	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.08	0.060	0.0128	3.97	0.02	6.1	1.36	1.36
13	PVS-13	369.266	PVS-14	368.324	25.1	1.5	3.75%	0.04	1.7	6	0.1500	42.7	2.41	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.18	0.071	0.0128	4.71	0.02	6.1	1.38	1.38
14	PVS-14	368.324	PVS-15	363.939	75.2	1.5	5.83%	0.04	1.5	6	0.1500	53.2	3.01	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.35	0.093	0.0113	6.43	0.02	6.1	1.39	1.39
15	PVS-15	363.939	PVS-16	361.703	40	1.5	5.59%	0.04	1.6	6	0.1500	52.0	2.95	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.32	0.089	0.0113	6.17	0.02	6.1	1.39	1.39
16	PVS-16	361.703	PVS-18	358.178	62.9	1.5	6.49%	0.04	1.5	6	0.1500	56.1	3.17	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.42	0.103	0.0113	7.16	0.02	6.1	1.40	1.96
TRAMO DE RED PVS-17 HASTA PVS-17																										
17	PVS-17	358.036	PVS-18	358.178	69.1	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17.1	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	1.91
TRAMO DE RED PVS-18 HASTA PVS-21																										
18	PVS-18	358.178	PVS-19	356.625	28	1.5	3.56%	0.04	1.7	6	0.1500	41.5	2.35	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.15	0.067	0.0128	4.47	0.02	6.1	1.93	1.37
19	PVS-19	356.625	PVS-21	354.026	55.8	1.5	4.66%	0.04	1.6	6	0.1500	47.5	2.69	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.20	0.074	0.0113	5.14	0.02	6.1	1.37	1.37
TRAMO DE RED PVS-20 HASTA PVS-21																										
20	PVS-20	354.698	PVS-21	354.026	46.8	1.5	1.44%	0.05	2.0	6	0.1500	26	1.49	0.060	0.551	0.167	0.409	0.128	0.82	0.034	0.0153	2.16	0.03	6.1	1.35	1.35
TRAMO DE RED PVS-21 HASTA PVS-26																										
21	PVS-21	354.026	PVS-22	352.2	42.2	1.63	4.32%	0.04	1.7	6	0.1500	45.8	2.59	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.26	0.081	0.0128	5.42	0.02	6.1	1.23	1.23
22	PVS-22	352.2	PVS-23	350.505	35.6	1.78	4.77%	0.04	1.7	6	0.1500	48.1	2.72	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.33	0.090	0.0128	5.98	0.02	6.1	1.23	1.23
23	PVS-23	350.505	PVS-24	348.495	47.9	1.97	4.20%	0.05	1.8	6	0.1500	45.1	2.55	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.25	0.079	0.0128	5.26	0.02	6.1	1.22	1.22
24	PVS-24	348.495	PVS-26	344.314	68	2.19	7.37%	0.04	1.7	6	0.1500	59.8	3.38	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.65	0.139	0.0128	9.24	0.02	6.1	1.28	2.11
TRAMO DE RED PVS-25 HASTA PVS-26																										
25	PVS-25	343.893	PVS-26	344.314	67.7	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	2.18
TRAMO DE RED PVS-25 HASTA PVS-26																										
26	PVS-26	344.314	PVS-28	338.848	87.8	2.43	7.08%	0.05	1.8	6	0.1500	58.6	3.32	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.62	0.133	0.0128	8.88	0.02	6.1	2.11	2.86
TRAMO DE RED PVS-27 HASTA PVS-28																										
27	PVS-27	337.588	PVS-28	338.848	53.3	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	2.93
TRAMO DE RED PVS-28 HASTA PVS-35																										
28	PVS-28	338.848	PVS-29	332.676	90.3	2.53	5.09%	0.05	1.9	6	0.1500	49.7	2.81	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	1.47	0.110	0.0141	7.05	0.02	6.1	2.84	1.26
29	PVS-29	332.676	PVS-30	328.127	80	2.59	5.69%	0.05	1.9	6	0.1500	52.5	2.97	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	1.55	0.123	0.0141	7.89	0.02	6.1	1.27	1.27
30	PVS-30	328.127	PVS-31	326.093	39.6	2.6	5.14%	0.05	2.0	6	0.1500	49.9	2.82	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	1.47	0.111	0.0141	7.13	0.02	6.1	1.26	1.26
31	PVS-31	326.093	PVS-35	324.244	34.1	2.6	10.66%	0.04	1.7	6	0.1500	71.9	4.07	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.99	0.201	0.0128	13.38	0.02	6.1	1.35	3.14
TRAMO DE RED PVS-32 HASTA PVS-34																										
32	PVS-32	327.402	PVS-34	323.059	49.4	1.5	9.37%	0.04	1.4	6	0.1500	67	3.81	0.020	0.398	0.099	0.251	0.067	1.52	0.117	0.0094	8.65	0.01	6.1	1.35	1.64
TRAMO DE RED PVS-33 HASTA PVS-34																										
33	PVS-33	322.905	PVS-34	323.059	22.4	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.20	1.49
TRAMO DE RED PVS-34 HASTA PVS-35																										
34	PVS-34	323.059	PVS-35	324.244	52.3	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17.1	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.49	2.99
TRAMO DE RED PVS-35 HASTA PVS-37																										
35	PVS-35	324.244	PVS-37	321.727	53.5	2.87	1.36%	0.07	2.6	6	0.1500	25.7	1.46	0.110	0.668	0.224	0.533	0.179	0.97	0.048	0.0200	2.68	0.03	6.3	3.00	1.21

Leyenda	Color
Tramos iniciales	
Tramos secundarios	
Colectora principal	

TRAMO	PVS				Longitud L (m)	Q diseño (L/s)	S (%)(Prop uesta)	Diámetro		Dc		Qo (L/s)	Vo (m/s)	Q/Qo (L/s)	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V (m/s)	V2/2g	R	T (Pa)	d (m)	NF	Prof. a Clave	
	Inicio	ELEV	Final	ELEF				m	Pulg	pulg	m														De	A
TRAMO DE RED PVS-36 HASTA PVS-37																										
36	PVS-36	327.915	PVS-37	321.727	100	1.5	6.19%	0.04	1.5	6	0.1500	55	3.10	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.39	0.098	0.0113	6.83	0.02	6.1	1.35	1.35
TRAMO DE RED PVS-37 HASTA PVS-47																										
37	PVS-37	321.727	PVS-38	319.125	56.8	3.12	4.58%	0.05	2.1	6	0.1500	47.1	2.67	0.070	0.576	0.179	0.437	0.14	1.54	0.120	0.0164	7.37	0.03	6.1	1.28	1.28
38	PVS-38	319.125	PVS-39	316.026	50.6	3.12	6.13%	0.05	2.0	6	0.1500	54.5	3.08	0.060	0.551	0.167	0.409	0.128	1.70	0.147	0.0153	9.22	0.03	6.1	1.30	1.30
39	PVS-39	316.026	PVS-40	313.644	50	3.2	4.76%	0.05	2.1	6	0.1500	48.1	2.72	0.070	0.576	0.179	0.437	0.14	1.57	0.125	0.0164	7.66	0.03	6.1	1.28	1.28
40	PVS-40	313.644	PVS-41	312.665	28.5	3.2	3.43%	0.06	2.3	6	0.1500	40.8	2.31	0.080	0.599	0.191	0.464	0.151	1.38	0.097	0.0174	5.86	0.03	6.1	1.26	1.26
41	PVS-41	312.665	PVS-42	311.483	30.4	3.22	3.89%	0.06	2.2	6	0.1500	43.5	2.46	0.070	0.576	0.179	0.437	0.14	1.42	0.102	0.0164	6.26	0.03	6.1	1.26	1.26
42	PVS-42	311.483	PVS-43	308.461	75.4	3.22	4.01%	0.06	2.2	6	0.1500	44.1	2.50	0.070	0.576	0.179	0.437	0.14	1.44	0.105	0.0164	6.45	0.03	6.1	1.26	1.27
43	PVS-43	308.461	PVS-44	304.815	99.6	3.28	3.66%	0.06	2.3	6	0.1500	42.1	2.38	0.080	0.599	0.191	0.464	0.151	1.43	0.104	0.0174	6.25	0.03	6.1	1.27	1.27
44	PVS-44	304.815	PVS-45	302.936	50.2	3.38	3.74%	0.06	2.3	6	0.1500	42.6	2.41	0.080	0.599	0.191	0.464	0.151	1.44	0.106	0.0174	6.39	0.03	6.1	1.27	1.27
45	PVS-45	302.936	PVS-47	301.484	40.2	3.4	8.24%	0.05	2.0	6	0.1500	63.2	3.58	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	1.87	0.178	0.0141	11.43	0.02	6.1	1.33	3.20
TRAMO DE RED PVS-46 HASTA PVS-47																										
46	PVS-46	300.141	PVS-47	301.484	86.3	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	3.21
TRAMO DE RED PVS-47 HASTA PVS-50																										
47	PVS-47	301.484	PVS-48	300.032	30.1	3.57	0.60%	0.08	3.3	6	0.1500	17.1	0.97	0.210	0.792	0.311	0.704	0.258	0.76	0.030	0.0264	1.55	0.05	6.2	3.07	1.80
48	PVS-48	300.032	PVS-50	297.808	49	3.59	8.48%	0.05	2.0	6	0.1500	64.1	3.63	0.060	0.551	0.167	0.409	0.128	2.00	0.204	0.0153	12.77	0.03	6.1	1.95	3.89
TRAMO DE RED PVS-49 HASTA PVS-50																										
49	PVS-49	295.588	PVS-50	297.808	50.1	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	3.87
TRAMO DE RED PVS-50 HASTA PVS-52																										
50	PVS-50	297.808	PVS-52	295.662	39.5	3.76	0.60%	0.09	3.4	6	0.1500	17.1	0.97	0.220	0.802	0.319	0.718	0.266	0.77	0.031	0.0269	1.58	0.05	6.2	3.74	1.83
TRAMO DE RED PVS-50 HASTA PVS-52																										
51	PVS-51	296.861	PVS-52	295.662	29.9	1.5	6.06%	0.04	1.5	6	0.1500	54	3.07	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.37	0.096	0.0113	6.69	0.02	6.1	1.35	1.96
TRAMO DE RED PVS-52 HASTA PVS-58																										
52	PVS-52	295.662	PVS-53	293.657	50.2	3.85	2.78%	0.06	2.5	6	0.1500	36.7	2.08	0.100	0.641	0.215	0.513	0.17	1.33	0.090	0.0192	5.24	0.03	6.2	1.87	1.26
53	PVS-53	293.657	PVS-54	291.588	54	3.85	3.83%	0.06	2.4	6	0.1500	43.1	2.44	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	1.51	0.117	0.0183	6.88	0.03	6.1	1.29	1.29
54	PVS-54	291.588	PVS-55	290.711	22.7	3.87	3.86%	0.06	2.4	6	0.1500	43.3	2.45	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	1.52	0.117	0.0183	6.93	0.03	6.1	1.29	1.29
55	PVS-55	290.711	PVS-56	289.805	20.9	3.87	4.33%	0.06	2.3	6	0.1500	45.8	2.59	0.080	0.599	0.191	0.464	0.151	1.55	0.123	0.0174	7.39	0.03	6.1	1.29	1.29
56	PVS-56	289.805	PVS-58	288.163	33.7	3.87	10.58%	0.05	2.0	6	0.1500	71.6	4.05	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	2.12	0.228	0.0141	14.67	0.02	6.1	1.39	3.31
TRAMO DE RED PVS-52 HASTA PVS-58																										
57	PVS-57	286.575	PVS-58	288.163	55.6	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	3.27
TRAMO DE RED PVS-58 HASTA PVS-60																										
58	PVS-58	288.163	PVS-60	286.746	27.2	4.07	0.60%	0.09	3.5	6	0.1500	17.1	0.97	0.240	0.822	0.334	0.745	0.28	0.79	0.032	0.0279	1.64	0.05	6.2	3.14	1.89
TRAMO DE RED PVS-59 HASTA PVS-60																										
59	PVS-59	288.592	PVS-60	286.746	69.4	1.5	3.62%	0.04	1.7	6	0.1500	42	2.37	0.040	0.488	0.137	0.341	0.102	1.16	0.068	0.0128	4.55	0.02	6.1	1.35	2.02
TRAMO DE RED PVS-60 HASTA PVS-62																										
60	PVS-60	286.746	PVS-62	284.55	43.6	4.34	3.50%	0.06	2.5	6	0.1500	41.2	2.33	0.110	0.668	0.224	0.533	0.179	1.56	0.124	0.0200	6.87	0.03	6.3	1.96	1.29
TRAMO DE RED PVS-61 HASTA PVS-62																										
61	PVS-61	288.383	PVS-62	284.55	33.8	1.5	11.34%	0.03	1.4	6	0.1500	74	4.20	0.020	0.398	0.099	0.251	0.067	1.67	0.142	0.0094	10.47	0.01	6.1	1.35	1.35
TRAMO DE RED PVS-61 HASTA PVS-62																										
62	PVS-62	284.55	PVS-63	281.651	70.3	4.9	4.13%	0.07	2.6	6	0.1500	44.7	2.53	0.110	0.668	0.224	0.533	0.179	1.69	0.146	0.0200	8.09	0.03	6.3	1.37	1.37
63	PVS-63	281.651	PVS-64	279.78	38.2	4.94	4.90%	0.06	2.5	6	0.1500	48.8	2.76	0.100	0.641	0.215	0.513	0.17	1.77	0.159	0.0192	9.26	0.03	6.2	1.38	1.39
64	PVS-64	279.78	PVS-71	278.588	34.1	5	17.67%	0.05	2.0	6	0.1500	92.6	5.24	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	2.73	0.381	0.0141	24.50	0.02	6.1	1.60	6.43
TRAMO DE RED PVS-65 HASTA PVS-67																										
65	PVS-65	280.932	PVS-67	279.124	89.9	1.5	3.92%	0.04	1.7	6	0.1500	44	2.47	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.10	0.062	0.0113	4.32	0.02	6.1	1.35	3.06

Leyenda	Color
Tramos iniciales	Orange
Tramos secundarios	Green
Colectora principal	Yellow

TRAMO	PVS				Longitud L (m)	Q diseño (L/s)	S (%)(Prop uesta)	Diámetro		Dc		Qo (L/s)	Vo (m/s)	Q/Qo (L/s)	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V (m/s)	V2/2g	R	T (Pa)	d (m)	NF	Prof. a Clave	
	Inicio	ELEV	Final	ELEF				m	Pulg	pulg	m														De	A
TRAMO DE RED PVS-66 HASTA PVS-67																										
66	PVS-66	277.59	PVS-67	279.124	30	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	3.06
TRAMO DE RED PVS-67 HASTA PVS-70																										
67	PVS-67	279.124	PVS-70	278.35	57.6	1.5	5.80%	0.04	1.6	6	0.1500	53.0	3.00	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.34	0.092	0.0113	6.40	0.02	6.1	3.13	5.69
TRAMO DE RED PVS-68 HASTA PVS-70																										
68	PVS-68	282.213	PVS-70	278.35	66.7	1.5	12.20%	0.03	1.3	6	0.1500	77	4.35	0.020	0.398	0.099	0.251	0.067	1.73	0.153	0.0094	11.27	0.01	6.1	1.35	5.63
TRAMO DE RED PVS-69 HASTA PVS-70																										
69	PVS-69	274.29	PVS-70	278.35	37	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	5.63
TRAMO DE RED PVS-70 HASTA PVS-71																										
70	PVS-70	278.35	PVS-71	278.588	51.2	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17.1	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	5.63	6.18
TRAMO DE RED PVS-71 HASTA PVS-75																										
71	PVS-71	278.588	PVS-72	276.368	52.9	5.85	0.60%	0.10	4.0	6	0.1500	17.1	0.97	0.340	0.904	0.402	0.86	0.348	0.87	0.039	0.0323	1.90	0.06	6.1	6.13	4.22
72	PVS-72	276.368	PVS-73	274.696	51.5	6.25	0.60%	0.10	4.1	6	0.1500	17.1	0.97	0.370	0.925	0.421	0.89	0.368	0.89	0.041	0.0334	1.96	0.06	6.1	4.23	2.87
73	PVS-73	274.696	PVS-75	272.305	52.1	6.59	2.40%	0.08	3.2	6	0.1500	34.1	1.93	0.190	0.77	0.295	0.675	0.244	1.49	0.113	0.0253	5.96	0.04	6.2	2.92	1.78
TRAMO DE RED PVS-74 HASTA PVS-75																										
74	PVS-74	272.244	PVS-75	272.305	60.1	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	1.77
TRAMO DE RED PVS-75 HASTA PVS-79																										
75	PVS-75	272.305	PVS-79	269.96	43.8	6.98	8.57%	0.07	2.6	6	0.1500	64.5	3.65	0.110	0.668	0.224	0.533	0.179	2.44	0.303	0.0200	16.80	0.03	6.3	1.96	3.36
TRAMO DE RED PVS-76 HASTA PVS-78																										
76	PVS-76	272.244	PVS-78	270.084	46.9	1.5	7.98%	0.04	1.5	6	0.1500	62	3.52	0.020	0.398	0.099	0.251	0.067	1.40	0.100	0.0094	7.37	0.01	6.1	1.35	2.93
TRAMO DE RED PVS-77 HASTA PVS-78																										
77	PVS-77	268.62	PVS-78	270.084	19.8	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	2.93
TRAMO DE RED PVS-77 HASTA PVS-78																										
78	PVS-78	270.084	PVS-79	269.96	61.4	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17.1	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	2.93	3.18
TRAMO DE RED PVS-79 HASTA PVS-81																										
79	PVS-79	269.96	PVS-81	268.213	34.3	7.34	0.60%	0.11	4.3	6	0.2000	36.7	1.17	0.200	0.781	0.303	0.69	0.251	0.91	0.043	0.0345	2.03	0.06	7.5	3.08	1.54
TRAMO DE RED PVS-80 HASTA PVS-81																										
80	PVS-80	269.532	PVS-81	268.213	93.4	1.5	1.72%	0.05	1.9	6	0.1500	29	1.63	0.050	0.522	0.152	0.377	0.116	0.85	0.037	0.0141	2.39	0.02	6.1	1.35	1.64
TRAMO DE RED PVS-81 HASTA PVS-84																										
81	PVS-81	268.213	PVS-82	266.199	45.8	7.91	3.88%	0.08	3.1	6	0.1500	43.4	2.45	0.180	0.757	0.287	0.659	0.236	1.86	0.176	0.0247	9.40	0.04	6.2	1.71	1.47
82	PVS-82	266.199	PVS-84	264.075	41.5	8	5.12%	0.08	3.0	6	0.1500	49.8	2.82	0.160	0.733	0.271	0.627	0.221	2.07	0.218	0.0235	11.81	0.04	6.2	1.51	1.51
TRAMO DE RED PVS-83 HASTA PVS-84																										
83	PVS-83	266.562	PVS-84	264.075	34.4	1.5	7.37%	0.04	1.5	6	0.1500	60	3.38	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.52	0.117	0.0113	8.14	0.02	6.1	1.35	1.40
TRAMO DE RED PVS-84 HASTA PVS-86																										
84	PVS-84	264.075	PVS-86	262.839	22	8.01	15.78%	0.06	2.4	6	0.1500	87.5	4.95	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	3.07	0.480	0.0183	28.33	0.03	6.1	1.76	4.00
TRAMO DE RED PVS-85 HASTA PVS-86																										
85	PVS-85	260.734	PVS-86	262.839	29.7	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	3.63
TRAMO DE RED PVS-86 HASTA PVS-88																										
86	PVS-86	262.839	PVS-88	261.979	18.9	8.1	0.60%	0.11	4.5	6	0.1500	17.1	0.97	0.470	0.985	0.482	0.977	0.436	0.95	0.046	0.0366	2.16	0.07	5.9	3.60	2.86
TRAMO DE RED PVS-87 HASTA PVS-88																										
87	PVS-87	263.841	PVS-88	261.979	51.1	1.5	6.65%	0.04	1.5	6	0.1500	57	3.21	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.44	0.106	0.0113	7.34	0.02	6.1	1.35	2.89
TRAMO DE RED PVS-88 HASTA PVS-93																										
88	PVS-88	261.979	PVS-89	259.551	51.3	8.33	1.84%	0.09	3.7	6	0.1500	29.8	1.69	0.280	0.858	0.362	0.794	0.307	1.45	0.107	0.0298	5.36	0.05	6.2	2.90	1.41
89	PVS-89	259.551	PVS-90	258.195	39.9	8.38	3.40%	0.08	3.3	6	0.1500	40.6	2.30	0.210	0.792	0.311	0.704	0.258	1.82	0.169	0.0264	8.81	0.05	6.2	1.47	1.47
90	PVS-90	258.195	PVS-91	256.427	40.7	8.42	4.34%	0.08	3.1	6	0.1500	45.9	2.60	0.180	0.757	0.287	0.659	0.236	1.97	0.197	0.0247	10.52	0.04	6.2	1.49	1.49
91	PVS-91	256.427	PVS-93	255.079	42.1	8.48	8.56%	0.07	2.8	6	0.1500	64.4	3.65	0.130	0.69	0.244	0.573	0.197	2.52	0.322	0.0215	18.04	0.04	6.2	1.61	3.87
TRAMO DE RED PVS-92 HASTA PVS-93																										
92	PVS-92	252.988	PVS-93	255.079	35.6	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	3.65

Leyenda	Color
Tramos iniciales	
Tramos secundarios	
Colectora principal	

TRAMO	PVS				Longitud L (m)	Q diseño (L/s)	S (%)(Prop uesta)	Diámetro		Dc		Qo (L/s)	Vo (m/s)	Q/Qo (L/s)	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V (m/s)	V2/2g	R	T (Pa)	d (m)	NF	Prof. a Clave	
	Inicio	ELEV	Final	ELEF				m	Pulg	pulg	m														De	A
TRAMO DE RED PVS-93 HASTA PVS-95																										
93	PVS-93	255.079	PVS-95	254.611	12.9	8.58	9.18%	0.07	2.7	6	0.1500	66.7	3.77	0.130	0.69	0.244	0.573	0.197	2.60	0.346	0.0215	19.34	0.04	6.2	3.89	4.60
TRAMO DE RED PVS-94 HASTA PVS-95																										
94	PVS-94	251.802	PVS-95	254.611	35.4	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	4.37
TRAMO DE RED PVS-95 HASTA PVS-99																										
95	PVS-95	254.611	PVS-96	252.211	66	8.79	0.60%	0.12	4.6	6	0.1500	17.1	0.97	0.520	1.01	0.512	1.015	0.472	0.97	0.048	0.0381	2.24	0.08	5.8	4.35	2.34
96	PVS-96	252.211	PVS-97	250.836	50.5	9.17	0.81%	0.11	4.4	6	0.1500	19.8	1.12	0.460	0.979	0.476	0.969	0.429	1.09	0.061	0.0363	2.87	0.07	5.9	2.35	1.38
97	PVS-97	250.836	PVS-99	249.525	52.1	9.35	9.83%	0.07	2.8	6	0.1500	69.1	3.91	0.140	0.705	0.253	0.592	0.205	2.75	0.387	0.0222	21.42	0.04	6.2	1.67	5.49
TRAMO DE RED PVS-98 HASTA PVS-99																										
98	PVS-98	245.823	PVS-99	249.525	26.1	1.5	0.60%	0.06	2.4	6	0.1500	17	0.97	0.090	0.62	0.203	0.488	0.161	0.60	0.018	0.0183	1.08	0.03	6.1	1.35	5.21
TRAMO DE RED PVS-99 HASTA PVS-102																										
99	PVS-99	249.525	PVS-100	248.983	35.3	9.5	0.60%	0.12	4.7	6	0.1500	17.1	0.97	0.560	1.028	0.535	1.043	0.502	0.99	0.050	0.0391	2.30	0.08	5.8	5.19	4.86
100	PVS-100	248.983	PVS-101	248.034	38.2	9.53	0.60%	0.12	4.7	6	0.1500	17.1	0.97	0.560	1.028	0.535	1.043	0.502	0.99	0.050	0.0391	2.30	0.08	5.8	4.86	4.14
101	PVS-101	248.034	PVS-102	246.98	37.2	9.53	0.60%	0.12	4.7	6	0.1500	17.1	0.97	0.560	1.028	0.535	1.043	0.502	0.99	0.050	0.0391	2.30	0.08	5.8	4.14	3.31
102	PVS-102	246.98	PVS-104	245.345	50.1	9.53	0.60%	0.12	4.7	6	0.1500	17.1	0.97	0.560	1.028	0.535	1.043	0.502	0.99	0.050	0.0391	2.30	0.08	5.8	3.31	1.98
TRAMO DE RED PVS-103 HASTA PVS-104																										
103	PVS-103	245.92	PVS-104	245.345	20.5	1.5	5.93%	0.04	1.5	6	0.1500	54	3.03	0.030	0.448	0.119	0.3	0.086	1.36	0.094	0.0113	6.54	0.02	6.1	1.35	1.99
TRAMO DE RED PVS-104 HASTA PVS-106																										
104	PVS-104	245.345	PVS-106	242.61	49.1	9.53	4.36%	0.08	3.3	6	0.1500	46.0	2.60	0.210	0.792	0.311	0.704	0.258	2.06	0.216	0.0264	11.29	0.05	6.2	2.11	1.51
TRAMO DE RED PVS-105 HASTA PVS-106																										
105	PVS-105	244.479	PVS-106	242.61	20.6	1.5	9.31%	0.04	1.4	6	0.1500	67	3.80	0.020	0.398	0.099	0.251	0.067	1.51	0.117	0.0094	8.59	0.01	6.1	1.35	1.40
106	PVS-106	242.61	PVS-DESCAR GA	239.859	65.2	9.53	4.22%	0.08	3.3	6	0.1500	45.2	2.56	0.210	0.792	0.311	0.704	0.258	2.03	0.209	0.0264	10.92	0.05	6.2	1.51	1.51

Leyenda	Color
Tramos iniciales	
Tramos secundarios	
Colectora principal	

Fuente propia: Elaboración de cálculos hidráulicos en Microsoft Excel

Tabla 13. Cálculos topográficos por tramo

Tramo	PVS		Diametro (mm)	Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		Profundidad de Excavación (m)		Prof Promd (m)	S tubería (%)	Ancho Zanja (m)	Vol. Excav. p/tub (m³)	AExcv. p/tub (m2)
	De	A			A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo					
Red del PVS-1 al PVS-18															
1	PVS-1	PVS-2	150	40.3	380.86	379.99	379.52	378.65	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	29.70	22.17
2	PVS-2	PVS-3	150	21.1	379.99	379.57	378.65	378.23	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	15.55	11.61
3	PVS-3	PVS-4	150	14.7	379.57	379.54	378.23	378.14	1.34	1.40	1.37	3.480%	0.55	11.08	8.09
4	PVS-4	PVS-5	150	18.8	379.54	379.37	378.14	378.02	1.40	1.35	1.38	3.492%	0.55	14.22	10.34
5	PVS-5	PVS-6	150	53.4	379.37	378.62	378.02	377.28	1.35	1.34	1.35	3.416%	0.55	39.50	29.37
6	PVS-6	PVS-7	150	18.8	378.62	378.02	377.28	376.68	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	13.86	10.34
7	PVS-7	PVS-8	150	34.5	378.02	377.48	376.68	376.13	1.34	1.35	1.35	3.416%	0.55	25.52	18.98
8	PVS-8	PVS-9	150	33.6	377.48	376.62	376.13	375.27	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	24.95	18.48
9	PVS-9	PVS-10	150	78	376.62	374.7	375.27	373.36	1.35	1.34	1.35	3.416%	0.55	57.70	42.90
10	PVS-10	PVS-11	150	55.6	374.7	372.59	373.36	371.24	1.34	1.35	1.34	3.416%	0.55	41.13	30.58
11	PVS-11	PVS-12	150	36.1	372.59	370.85	371.24	369.51	1.35	1.34	1.35	3.416%	0.55	26.70	19.86
12	PVS-12	PVS-13	150	50.1	370.85	369.27	369.51	367.92	1.34	1.35	1.35	3.416%	0.55	37.06	27.56
13	PVS-13	PVS-14	150	25.1	369.27	368.32	367.92	366.98	1.35	1.34	1.34	3.416%	0.55	18.57	13.81
14	PVS-14	PVS-15	150	75.2	368.32	363.94	366.98	362.60	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	55.42	41.36
15	PVS-15	PVS-16	150	40	363.94	361.7	362.6	360.36	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	29.48	22.00
16	PVS-16	PVS-18	150	62.9	361.7	358.18	360.36	356.28	1.34	1.90	1.62	4.115%	0.55	56.04	34.60
TRAMO DE RED PVS-17 HASTA PVS-17															
17	PVS-17	PVS-18	150	69.1	358.04	358.18	356.69	356.28	1.35	1.90	1.63	4.127%	0.55	61.76	38.01
TRAMO DE RED PVS-18 HASTA PVS-21															
18	PVS-18	PVS-19	150	28	358.18	356.63	356.28	355.28	1.90	1.35	1.63	4.127%	0.55	25.03	15.40
19	PVS-19	PVS-21	150	55.8	356.63	354.03	355.28	352.68	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	41.43	30.69
TRAMO DE RED PVS-20 HASTA PVS-21															
20	PVS-20	PVS-21	150	46.8	354.7	354.03	353.35	352.68	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	34.75	25.74
TRAMO DE RED PVS-21 HASTA PVS-26															
21	PVS-21	PVS-22	150	42.2	354.03	352.2	352.68	350.86	1.35	1.34	1.34	3.416%	0.55	31.22	23.21
22	PVS-22	PVS-23	150	35.6	352.2	350.51	350.86	349.16	1.34	1.35	1.34	3.416%	0.55	26.34	19.58
23	PVS-23	PVS-24	150	47.9	350.51	348.5	349.16	347.15	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	35.57	26.35
24	PVS-24	PVS-26	150	68	348.5	344.31	347.15	342.14	1.35	2.17	1.76	4.470%	0.55	65.82	37.40
TRAMO DE RED PVS-25 HASTA PVS-26															
25	PVS-25	PVS-26	150	67.7	343.89	344.31	342.55	342.14	1.34	2.17	1.76	4.458%	0.55	65.35	37.24
TRAMO DE RED PVS-25 HASTA PVS-26															
26	PVS-26	PVS-28	150	87.8	344.31	338.85	342.14	335.92	2.17	2.93	2.55	6.477%	0.55	123.14	48.29
TRAMO DE RED PVS-27 HASTA PVS-28															
27	PVS-27	PVS-28	150	53.3	337.59	338.85	336.24	335.92	1.35	2.93	2.14	5.436%	0.55	62.73	29.32
TRAMO DE RED PVS-28 HASTA PVS-35															
28	PVS-28	PVS-29	150	90.3	338.85	332.68	335.92	331.33	2.93	1.35	2.14	5.436%	0.55	106.28	49.67
29	PVS-29	PVS-30	150	80	332.68	328.13	331.33	326.78	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	59.40	44.00
30	PVS-30	PVS-31	150	39.6	328.13	326.09	326.78	324.75	1.35	1.34	1.35	3.416%	0.55	29.29	21.78
31	PVS-31	PVS-35	150	34.1	326.09	324.24	324.75	321.11	1.34	3.13	2.23	5.677%	0.55	41.92	18.76
TRAMO DE RED PVS-32 HASTA PVS-34															
32	PVS-32	PVS-34	150	49.4	327.4	323.06	326.06	321.43	1.34	1.63	1.48	3.772%	0.55	40.35	27.17
TRAMO DE RED PVS-33 HASTA PVS-34															
33	PVS-33	PVS-34	150	22.4	322.91	323.06	321.56	321.43	1.35	1.63	1.49	3.785%	0.55	18.36	12.32
TRAMO DE RED PVS-34 HASTA PVS-35															
34	PVS-34	PVS-35	150	52.3	323.06	324.24	321.43	321.11	1.63	3.13	2.38	6.045%	0.55	68.46	28.77
TRAMO DE RED PVS-35 HASTA PVS-37															
35	PVS-35	PVS-37	150	53.5	324.24	321.73	321.11	320.38	3.13	1.35	2.24	5.690%	0.55	65.91	29.43

Tramo	PVS		Diametro (mm)	Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		Profundidad de Excavación (m)		Prof Promd (m)	S tubería (%)	Ancho Zanja (m)	Vol. Excav. p/tub (m³)	AExcv. p/tub (m²)
	De	A			A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo					
TRAMO DE RED PVS-36 HASTA PVS-37															
36	PVS-36	PVS-37	150	100	327.92	321.73	326.57	320.38	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	74.25	55.00
TRAMO DE RED PVS-37 HASTA PVS-47															
37	PVS-37	PVS-38	150	56.8	321.73	319.13	320.38	317.78	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	42.17	31.24
38	PVS-38	PVS-39	150	50.6	319.13	316.03	317.78	314.68	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	37.57	27.83
39	PVS-39	PVS-40	150	50	316.03	313.64	314.68	312.30	1.35	1.34	1.34	3.416%	0.55	36.99	27.50
40	PVS-40	PVS-41	150	28.5	313.64	312.67	312.3	311.32	1.34	1.35	1.35	3.416%	0.55	21.08	15.68
41	PVS-41	PVS-42	150	30.4	312.67	311.48	311.32	310.14	1.35	1.34	1.35	3.416%	0.55	22.49	16.72
42	PVS-42	PVS-43	150	75.4	311.48	308.46	310.14	307.12	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	55.57	41.47
43	PVS-43	PVS-44	150	99.6	308.46	304.82	307.12	303.47	1.34	1.35	1.34	3.416%	0.55	73.68	54.78
44	PVS-44	PVS-45	150	50.2	304.82	302.94	303.47	301.59	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	37.27	27.61
45	PVS-45	PVS-47	150	40.2	302.94	301.48	301.59	298.28	1.35	3.20	2.28	5.778%	0.55	50.30	22.11
TRAMO DE RED PVS-46 HASTA PVS-47															
46	PVS-46	PVS-47	150	86.3	300.14	301.48	298.8	298.28	1.34	3.20	2.27	5.766%	0.55	107.75	47.47
TRAMO DE RED PVS-47 HASTA PVS-50															
47	PVS-47	PVS-48	150	30.1	301.48	300.03	298.28	298.10	3.20	1.93	2.57	6.515%	0.55	42.46	16.56
48	PVS-48	PVS-50	150	49	300.03	297.81	298.1	293.94	1.93	3.87	2.90	7.366%	0.55	78.15	26.95
TRAMO DE RED PVS-49 HASTA PVS-50															
49	PVS-49	PVS-50	150	50.1	295.59	297.81	294.24	293.94	1.35	3.87	2.61	6.629%	0.55	71.92	27.56
TRAMO DE RED PVS-50 HASTA PVS-52															
50	PVS-50	PVS-52	150	39.5	297.81	295.66	293.94	293.71	3.87	1.95	2.91	7.391%	0.55	63.22	21.73
TRAMO DE RED PVS-50 HASTA PVS-52															
51	PVS-51	PVS-52	150	29.9	296.86	295.66	295.52	293.71	1.34	1.95	1.65	4.178%	0.55	27.05	16.45
TRAMO DE RED PVS-52 HASTA PVS-58															
52	PVS-52	PVS-53	150	50.2	295.66	293.66	293.71	292.31	1.95	1.35	1.65	4.191%	0.55	45.56	27.61
53	PVS-53	PVS-54	150	54	293.66	291.59	292.31	290.24	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	40.09	29.70
54	PVS-54	PVS-55	150	22.7	291.59	290.71	290.24	289.37	1.35	1.34	1.34	3.416%	0.55	16.79	12.49
55	PVS-55	PVS-56	150	20.9	290.71	289.81	289.37	288.46	1.34	1.35	1.35	3.416%	0.55	15.46	11.50
56	PVS-56	PVS-58	150	33.7	289.81	288.16	288.46	284.90	1.35	3.26	2.31	5.855%	0.55	42.72	18.54
TRAMO DE RED PVS-52 HASTA PVS-58															
57	PVS-57	PVS-58	150	55.6	286.58	288.16	285.23	284.90	1.35	3.26	2.31	5.855%	0.55	70.49	30.58
TRAMO DE RED PVS-58 HASTA PVS-60															
58	PVS-58	PVS-60	150	27.2	288.16	286.75	284.9	284.73	3.26	2.02	2.64	6.706%	0.55	39.49	14.96
TRAMO DE RED PVS-59 HASTA PVS-60															
59	PVS-59	PVS-60	150	69.4	288.59	286.75	287.25	284.73	1.34	2.02	1.68	4.267%	0.55	64.13	38.17
TRAMO DE RED PVS-60 HASTA PVS-62															
60	PVS-60	PVS-62	150	43.6	286.75	284.55	284.73	283.21	2.02	1.34	1.68	4.267%	0.55	40.29	23.98
TRAMO DE RED PVS-61 HASTA PVS-62															
61	PVS-61	PVS-62	150	33.8	288.38	284.55	287.04	283.21	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	24.91	18.59
TRAMO DE RED PVS-61 HASTA PVS-62															
62	PVS-62	PVS-63	150	70.3	284.55	281.65	283.21	280.31	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	51.81	38.67
63	PVS-63	PVS-64	150	38.2	281.65	279.78	280.31	278.44	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	28.15	21.01
64	PVS-64	PVS-71	150	34.1	279.78	278.59	278.44	272.42	1.34	6.17	3.75	9.538%	0.55	70.43	18.76
TRAMO DE RED PVS-65 HASTA PVS-67															
65	PVS-65	PVS-67	150	89.9	280.93	279.12	279.59	276.07	1.34	3.05	2.20	5.575%	0.55	108.53	49.45



Tramo	PVS		Diametro (mm)	Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		Profundidad de Excavación (m)		Prof Promd (m)	S tubería (%)	Ancho Zanja (m)	Vol. Excav. p/tub (m³)	A.Excv. p/tub (m2)
	De	A			A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo					
TRAMO DE RED PVS-66 HASTA PVS-67															
66	PVS-66	PVS-67	150	30	277.59	279.12	276.25	276.07	1.34	3.05	2.19	5.575%	0.55	36.22	16.50
TRAMO DE RED PVS-67 HASTA PVS-70															
67	PVS-67	PVS-70	150	57.6	279.12	278.35	276.07	272.72	3.05	5.63	4.34	11.024%	0.55	137.49	31.68
TRAMO DE RED PVS-68 HASTA PVS-70															
68	PVS-68	PVS-70	150	66.7	282.21	278.35	280.87	272.72	1.34	5.63	3.48	8.852%	0.55	127.85	36.69
TRAMO DE RED PVS-69 HASTA PVS-70															
69	PVS-69	PVS-70	150	37	274.29	278.35	272.95	272.72	1.34	5.63	3.49	8.852%	0.55	70.92	20.35
TRAMO DE RED PVS-70 HASTA PVS-71															
70	PVS-70	PVS-71	150	51.2	278.35	278.59	272.72	272.42	5.63	6.17	5.90	14.986%	0.55	166.14	28.16
TRAMO DE RED PVS-71 HASTA PVS-75															
71	PVS-71	PVS-72	150	52.9	278.59	276.37	272.42	272.10	6.17	4.27	5.22	13.259%	0.55	151.88	29.10
72	PVS-72	PVS-73	150	51.5	276.37	274.7	272.1	271.79	4.27	2.91	3.59	9.119%	0.55	101.69	28.33
73	PVS-73	PVS-75	150	52.1	274.7	272.31	271.79	270.54	2.91	1.77	2.34	5.944%	0.55	67.05	28.66
TRAMO DE RED PVS-74 HASTA PVS-75															
74	PVS-74	PVS-75	150	60.1	272.24	272.31	270.9	270.54	1.34	1.77	1.56	3.950%	0.55	51.40	33.06
TRAMO DE RED PVS-75 HASTA PVS-79															
75	PVS-75	PVS-79	150	43.8	272.31	269.96	270.54	266.79	1.77	3.17	2.47	6.274%	0.55	59.50	24.09
TRAMO DE RED PVS-76 HASTA PVS-78															
76	PVS-76	PVS-78	150	46.9	272.24	270.08	270.9	267.16	1.34	2.92	2.13	5.410%	0.55	54.94	25.80
TRAMO DE RED PVS-77 HASTA PVS-78															
77	PVS-77	PVS-78	150	19.8	268.62	270.08	267.28	267.16	1.34	2.92	2.13	5.410%	0.55	23.20	10.89
TRAMO DE RED PVS-77 HASTA PVS-78															
78	PVS-78	PVS-79	150	61.4	270.08	269.96	267.16	266.79	2.92	3.17	3.04	7.734%	0.55	102.83	33.77
TRAMO DE RED PVS-79 HASTA PVS-81															
79	PVS-79	PVS-81	150	34.3	269.96	268.21	266.79	266.58	3.17	1.63	2.40	6.096%	0.55	45.28	18.87
TRAMO DE RED PVS-80 HASTA PVS-81															
80	PVS-80	PVS-81	150	93.4	269.53	268.21	268.19	266.58	1.34	1.63	1.48	3.772%	0.55	76.28	51.37
TRAMO DE RED PVS-81 HASTA PVS-84															
81	PVS-81	PVS-82	150	45.8	268.21	266.2	266.58	264.86	1.63	1.34	1.48	3.772%	0.55	37.41	25.19
82	PVS-82	PVS-84	150	41.5	266.2	264.08	264.86	262.73	1.34	1.35	1.34	3.416%	0.55	30.70	22.83
TRAMO DE RED PVS-83 HASTA PVS-84															
83	PVS-83	PVS-84	150	34.4	266.56	264.08	265.22	262.73	1.34	1.35	1.34	3.416%	0.55	25.45	18.92
TRAMO DE RED PVS-84 HASTA PVS-86															
84	PVS-84	PVS-86	150	22	264.08	262.84	262.73	259.21	1.35	3.63	2.49	6.325%	0.55	30.13	12.10
TRAMO DE RED PVS-85 HASTA PVS-86															
85	PVS-85	PVS-86	150	29.7	260.73	262.84	259.39	259.21	1.34	3.63	2.49	6.312%	0.55	40.59	16.34
TRAMO DE RED PVS-86 HASTA PVS-88															
86	PVS-86	PVS-88	150	18.9	262.84	261.98	259.21	259.10	3.63	2.88	3.26	8.268%	0.55	33.84	10.40
TRAMO DE RED PVS-87 HASTA PVS-88															
87	PVS-87	PVS-88	150	51.1	263.84	261.98	262.5	259.10	1.34	2.88	2.11	5.359%	0.55	59.30	28.11
TRAMO DE RED PVS-88 HASTA PVS-93															
88	PVS-88	PVS-89	150	51.3	261.98	259.55	259.1	258.21	2.88	1.34	2.11	5.359%	0.55	59.53	28.22
89	PVS-89	PVS-90	150	39.9	259.55	258.2	258.21	256.85	1.34	1.35	1.35	3.416%	0.55	29.52	21.95
90	PVS-90	PVS-91	150	40.7	258.2	256.43	256.85	255.08	1.35	1.35	1.35	3.429%	0.55	30.22	22.39
91	PVS-91	PVS-93	150	42.1	256.43	255.08	255.08	251.43	1.35	3.65	2.50	6.350%	0.55	57.89	23.16
TRAMO DE RED PVS-92 HASTA PVS-93															
92	PVS-92	PVS-93	150	35.6	252.99	255.08	251.64	251.43	1.35	3.65	2.50	6.350%	0.55	48.95	19.58
TRAMO DE RED PVS-93 HASTA PVS-95															
93	PVS-93	PVS-95	150	12.9	255.08	254.61	251.43	250.25	3.65	4.36	4.01	10.173%	0.55	28.42	7.10

Tramo	PVS		Diametro (mm)	Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		Profundidad de Excavación (m)		Prof Promd (m)	S tubería (%)	Ancho Zanja (m)	Vol. Excav. p/tub (m <sup>3</sup> )	AExc. p/tub (m <sup>2</sup> )
	De	A			A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo					
TRAMO DE RED PVS-94 HASTA PVS-95															
94	PVS-94	PVS-95	150	35.4	251.8	254.61	250.46	250.25	1.34	4.36	2.85	7.239%	0.55	55.49	19.47
TRAMO DE RED PVS-95 HASTA PVS-99															
95	PVS-95	PVS-96	150	66	254.61	252.21	250.25	249.85	4.36	2.36	3.36	8.534%	0.55	121.97	36.30
96	PVS-96	PVS-97	150	50.5	252.21	250.84	249.85	249.49	2.36	1.35	1.86	4.712%	0.55	51.52	27.78
97	PVS-97	PVS-99	150	52.1	250.84	249.53	249.49	244.32	1.35	5.21	3.28	8.331%	0.55	93.99	28.66
TRAMO DE RED PVS-98 HASTA PVS-99															
98	PVS-98	PVS-99	150	26.1	245.82	249.53	244.48	244.32	1.34	5.21	3.28	8.318%	0.55	47.01	14.36
TRAMO DE RED PVS-99 HASTA PVS-102															
99	PVS-99	PVS-100	150	35.3	249.53	248.98	244.32	244.11	5.21	4.87	5.04	12.802%	0.55	97.85	19.42
100	PVS-100	PVS-101	150	38.2	248.98	248.03	244.11	243.88	4.87	4.15	4.51	11.455%	0.55	94.76	21.01
101	PVS-101	PVS-102	150	37.2	248.03	246.98	243.88	243.66	4.15	3.32	3.74	9.487%	0.55	76.42	20.46
102	PVS-102	PVS-104	150	50.1	246.98	245.35	243.66	243.36	3.32	1.99	2.65	6.744%	0.55	73.16	27.56
TRAMO DE RED PVS-103 HASTA PVS-104															
103	PVS-103	PVS-104	150	20.5	245.92	245.35	244.58	243.36	1.34	1.99	1.66	4.229%	0.55	18.77	11.28
TRAMO DE RED PVS-104 HASTA PVS-106															
104	PVS-104	PVS-106	150	49.1	245.35	242.61	243.36	241.27	1.99	1.34	1.66	4.229%	0.55	44.96	27.01
TRAMO DE RED PVS-105 HASTA PVS-106															
105	PVS-105	PVS-106	150	20.6	244.48	242.61	243.14	241.27	1.34	1.34	1.34	3.404%	0.55	15.18	11.33
106	PVS-106	VS-DESCARG	150	65.2	242.61	239.859	241.27	238.52	1.34	1.34	1.34	3.402%	0.55	48.03	35.86

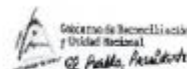
Fuente propia: Elaboración de cálculos topográficos en Microsoft Excel

## Anexo 5: Aforo en PVS de descarga

**EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS**



**GERENCIA DE OPERACIONES  
DEPARTAMENTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO MANAGUA**



### AFORO DE AGUAS NEGRAS

**PROYECTO:** DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMARCA DE SAN ISIDRO DE BOLAS

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO:** REF. PARQUE DE FERIA

**DIRECCIÓN DE AFORO:** REF. PARQUE DE FERIA.

**MÉTODO:** MANNING      **FECHA :** 19-ene-23

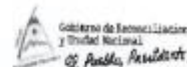
No.	INTERV.	DIAM.	LECT.	LECT.	COEF.	PEND.	VELOC.	CAUDAL
	TIEMPO	TUBERÍA	LIBRE	HÚMEDA		n	TRAMO	V (mps)
01	08:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
02	09:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
03	09:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
04	10:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
05	10:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
06	11:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
07	11:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
08	12:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
09	12:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
10	01:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
11	01:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
12	02:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
13	02:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
14	03:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
15	03:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
16	04:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
17	04:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
18	05:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
19	05:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
20	06:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
21	06:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
22	07:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
23	07:30	0.200	0.180	0.020	0.009	0.012	0.66	1.08
24	08:00	0.200	0.180	0.020	0.009	0.012	0.66	1.08
25	08:30	0.200	0.180	0.020	0.009	0.012	0.66	1.08



EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS



GERENCIA DE OPERACIONES  
DEPARTAMENTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO MANAGUA



AFORO DE AGUAS NEGRAS

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMARCA DE SAN ISIDRO DE BOLAS

DIRECCIÓN DEL PROYECTO: REF. PARQUE DE FERIA

DIRECCIÓN DE AFORO: REF. PARQUE DE FERIA.

MÉTODO: MANNING FECHA : 20-ene-23

No.	INTERV.	DIAM.	LECT.	LECT.	COEF.	PEND.	VELOC.	CAUDAL
	TIEMPO	TUBERÍA	LIBRE	HÚMEDA	n	TRAMO	V (mps)	Q (lps)
01	08:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
02	09:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
03	09:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
04	10:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
05	10:30	0.200	0.150	0.050	0.009	0.012	1.16	7.11
06	11:00	0.200	0.150	0.050	0.009	0.012	1.16	7.11
07	11:30	0.200	0.150	0.050	0.009	0.012	1.16	7.11
08	12:00	0.200	0.150	0.050	0.009	0.012	1.16	7.11
09	12:30	0.200	0.150	0.050	0.009	0.012	1.16	7.11
10	01:00	0.200	0.150	0.050	0.009	0.012	1.16	7.11
11	01:30	0.200	0.150	0.050	0.009	0.012	1.16	7.11
12	02:00	0.200	0.150	0.050	0.009	0.012	1.16	7.11
13	02:30	0.200	0.150	0.050	0.009	0.012	1.16	7.11
14	03:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
15	03:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
16	04:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
17	04:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
18	05:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
19	05:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
20	06:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
21	06:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
22	07:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
23	07:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
24	08:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
25	08:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52



EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS



GERENCIA DE OPERACIONES  
DEPARTAMENTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO MANAGUA



AFORO DE AGUAS NEGRAS

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMARCA DE SAN ISIDRO DE BOLAS

DIRECCIÓN DEL PROYECTO: REF. PARQUE DE FERIA

DIRECCIÓN DE AFORO: REF. PARQUE DE FERIA.

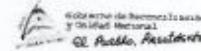
MÉTODO: MANNING FECHA : 21-ene-23

No.	INTERV.	DIAM.	LECT.	LECT.	COEF.	PEND.	VELOC.	CAUDAL
	TIEMPO	TUBERÍA	LIBRE	HÚMEDA	n	TRAMO	V (mps)	Q (lps)
01	08:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
02	09:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
03	09:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
04	10:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
05	10:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
06	11:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
07	11:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
08	12:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
09	12:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
10	01:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
11	01:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
12	02:00	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
13	02:30	0.200	0.160	0.040	0.009	0.012	1.02	4.54
14	03:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
15	03:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
16	04:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
17	04:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
18	05:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
19	05:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
20	06:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
21	06:30	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
22	07:00	0.200	0.170	0.030	0.009	0.012	0.85	2.52
23	07:30	0.200	0.180	0.020	0.009	0.012	0.66	1.08
24	08:00	0.200	0.180	0.020	0.009	0.012	0.66	1.08
25	08:30	0.200	0.180	0.020	0.009	0.012	0.66	1.08

**EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS**



**VICE-GERENCIA DE OPERACIONES  
DEPARTAMENTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
MANAGUA**

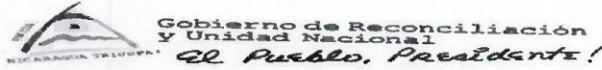


**PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMARCA DE SAN ISIDRO DE BOLAS**

FECHA DE MONITOREO	CAUDAL (LPS)	
	MÁXIMO	MÍNIMO
19/1/2023	4.54	1.08
20/1/2023	7.11	2.52
21/1/2023	4.54	1.08

CAPACIDAD UTILIZADA CON CAUDAL MÁXIMO REGISTRADO	<b>14.0%</b>
--	--------------

## Anexo 6: Número de clientes activos



Viernes 26 de Mayo del 2023  
ASM-IARM-185-05-2023

**M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo**

**UNI-RUPAP**

Su despacho

Estimado Ingeniero Fajardo.

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en respuesta a solicitud de apoyo a los Bres. Jonathan Guillermo Barrera Garay y Kevin Orlando Vargas Álvarez, los cuales están desarrollando el tema de taller monográfico: **Diseño de alcantarillado sanitario de la comarca de san isidro de bolas**, se verifico la cantidad de usuarios(clientes) de agua potable a través del sistema de control de información (SIGIL), para comparar el levantamiento realizado por la cuadrilla de topografía de ENACAL, se verifico que las beneficiadas con este proyecto, serán 352 clientes con un total de 1734 habitantes coincidiendo así con el censo realizado por los compañeros antes mencionados.

Sin más sobre el particular, hago propicia la ocasión para saludarle.

Fraternalmente,

**Ing. Iván Reyes Mendoza**  
**Jefe de Departamento de Alcantarillado Sanitario**  
**ENACAL.**

CC: Archivo.



**CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!**

EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS  
ENACAL –DEPARTAMENTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO MANAGUA  
Dirección: Km. 5 1/2 carretera sur – Ext.3282  
Email: [alcantarillado.sanitario@enacal.com.ni](mailto:alcantarillado.sanitario@enacal.com.ni)– [www.enacal.com.ni](http://www.enacal.com.ni)

TOD@S JUNT@S, VAMOS ADELANTE  
CON DANIEL... ADELANTE !  
CON EL FRENTE... ADELANTE !  
TOD@S JUNT@S, PORQUE HAY PATRI  
Y TOD@S JUNT@S, PORQUE HAY PAZ

Anexo 7: Costo y presupuesto

Tabla 14. Costo y presupuesto de red de alcantarillado sanitario

ETAPA	SUBETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y/O SUBETAPA	CANTIDAD	U/M	C/U	C/T	
380	PRELIMINARES						C\$343,965.73
	1	Limpieza inicial	2729.72	M^2	C\$ 48.30	C\$131,845.48	
	2	Trazo y nivelación	2729.72	M	C\$ 54.50	C\$148,769.74	
	3	Rótulo del proyecto	1	C/U	C\$ 8,490.00	C\$8,490.00	
	4	instalaciones de servicios temporales	1	GLB	C\$ 23,700.00	C\$23,700.00	
		Casetas provisionales	1	GLB	C\$ 15,200.31	C\$15,200.31	
	Letrinas	2	GLB	C\$ 7,980.10	C\$15,960.20		
390	COLECTORA PRINCIPAL						C\$5,472,142.80
	1	Excavaciones para tubería	5238.23	M^3	C\$ 194.98	C\$1,021,350.09	
		Excavación de tubería de 6"	5238.23	M^3	C\$ 194.98	C\$1,021,350.09	
	2	Instalación de tubería	4963.1	M	C\$193.56	C\$960,657.64	
		Instalación de tubería de 6"	4963.1	M	193.56	C\$960,657.64	
	3	Relleno y compactación con material en sitio	3868	M^3	902.31	C\$3,490,135.08	
412	POZOS DE VISITA						C\$3,633,795.54
	1	Excavación, relleno y acarreo de tierra	1543.887	M^3	C\$ 270.60	C\$417,775.85	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 0.00 a 1.50 m)	661.619	M^3	C\$ 286.50	C\$189,553.96	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 1.51 a 2.00 m)	108.950	M^3	C\$ 286.50	C\$31,214.30	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 2.01 a 2.50 m)	45.396	M^3	C\$ 542.40	C\$24,622.80	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 2.51 a 3.00 m)	163.426	M^3	C\$ 589.90	C\$96,404.79	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 3.01 a 3.50 m)	190.663	M^3	C\$ 613.97	C\$117,061.52	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 3.50 a 4.00 m)	34.319	M^3	C\$ 690.00	C\$23,680.38	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 4.00 a 4.50 m)	125.470	M^3	C\$ 690.00	C\$86,574.43	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 4.50 a 5.00 m)	46.470	M^3	C\$ 690.00	C\$32,064.60	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 5.00 a 5.50 m)	102.235	M^3	C\$ 690.00	C\$70,542.13	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 5.50 a 6.00 m)	9.294	M^3	C\$ 690.00	C\$6,412.86	
		Pozo de Visita(Profundidad=De 6.00 a 6.50 m)	56.043	M^3	C\$ 690.00	C\$38,669.91	
		2	Pozo de Visita(Profundidad=De 0.00 a 1.50 m)	77	C/U	C\$ 16,297.95	C\$1,254,942.15
		3	Pozo de Visita(Profundidad=De 1.51 a 2.0 m)	7	C/U	C\$ 18,276.26	C\$127,933.82
		4	Pozo de Visita(Profundidad=De 2.01 a 2.50 m)	3	C/U	C\$ 18,117.05	C\$54,351.15
		5	Pozo de Visita(Profundidad=De 2.51 a 3.00 m)	4	C/U	C\$ 19,466.61	C\$77,866.44
		6	Pozo de Visita(Profundidad=De 3.01 a 3.50 m)	6	C/U	C\$ 22,753.41	C\$136,520.46
		7	Pozo de Visita(Profundidad=De 3.50 a 4.00 m)	3	C/U	C\$ 24,568.00	C\$73,704.00
		8	Pozo de Visita(Profundidad=De 4.00 a 4.50 m)	3	C/U	C\$ 28,500.00	C\$85,500.00
	9	Pozo de Visita(Profundidad=De 4.50 a 5.00 m)	1	C/U	C\$ 29,000.00	C\$29,000.00	
	10	Pozo de Visita(Profundidad=De 5.00 a 5.50 m)	1	C/U	C\$ 29,000.00	C\$29,000.00	
	11	Pozo de Visita(Profundidad=De 5.50 a 6.00 m)	1	C/U	C\$ 29,000.00	C\$29,000.00	
	12	Pozo de Visita(Profundidad=De 6.00 a 6.50 m)	1	C/U	C\$ 29,000.00	C\$29,000.00	
	13	Tapa de polietileno	106	C/U	C\$ 5,400.00	C\$ 572,400.00	
SUMA C/T:						C\$9,449,904.07	
MATERIALES						C\$5,953,439.56	
INDIRECTOS						C\$755,992.33	
ADMIN. Y SUPERVISIÓN						C\$472,495.20	
UTILIDADES						C\$1,228,487.53	
SUB TOTAL						C\$17,860,318.69	
IMPUESTOS MUNICIPALES(3%)						C\$535,809.56	
IVA(15%)						C\$2,679,047.80	
COSTO TOTAL DE LA OBRA C\$						C\$21,075,176.05	

Fuente propia: Elaboración de costo y presupuesto.



Anexo 8: Ficha técnica de pozos de visita sanitario prefabricados

POZOS DE VISITA PREFABRICADOS



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DISEÑO	ASTM – C478
CONCRETO	4000 PSI (280 KG/CM <sup>2</sup> )
ACERO	3/8" ASTM – A615
AGREGADOS	ASTM – C33

CARACTERISTICAS DE LOS POZOS DE VISITA PREFABRICADO				
ELEMENTO	Ø EXTERNO (CM)	Ø INTERNO (CM)	LONGITUD UTIL (CM)	PESO (TON)
ARO	96	60	18	0.247
CONO	148	122	78	1.2
ANILLO	148	122	DESDE 30 HASTA 70	VARIABLE SEGÚN LONGITUD
BASE	148	122	125 Y 120	VARIABLE SEGÚN LONGITUD



**Anexo 9: Planos de la red de alcantarillado sanitario de la Comarca de San Isidro de Bolas de la ciudad de Managua.**