



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA
DE CONSTRUCCIONES**

**Diseño del alcantarillado sanitario para la comunidad Sigsipamba – Déleg
– Cañar.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES**

Autor:

EDGAR DANIEL BARROS MARÍN

Director:

ING. CARLOS JAVIER FERNANDEZ DE CÓRDOVA WEBSTER MSc.

CUENCA – ECUADOR

2019

DEDICATORIA

A mi Madre y a mi Padre, que gracias a su ayuda y apoyo he podido alcanzar varias metas durante el transcurso de mi vida. Por esos días en los cuales parecía que no daba más, y mi madre estuvo allí dándome aliento para seguir con lo que me propuse y junto con sus palabras de ánimo, fortaleciéndome para ser una mejor persona. A mi padre, que, aunque estando lejos, siempre estuvo dispuesto a brindarme su ayuda y así hacerle sentir orgulloso de mi. Y como no, a Klifer, que en aquellos días en los cuales el estrés de la universidad hacía que uno se sintiera desanimado, tan solo darle un abrazo, cualquiera recobra el ánimo. A toda mi familia por creer en mí, y decirme que, aunque es duro, si se puede llegar a la meta final.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a JEHOVÁ Dios, debido a que soy creyente, y aunque podamos cometer errores, sabemos que el estará dispuesto a escucharnos.

A mi madre Judith Marín, que desde niño supo inculcarme su amor y valores que toda persona debe tener, por aquellos días en los cuales estaba por rendirme y ella me ayudó a seguir adelante, y por siempre aguantar los errores que, como hijos, cometemos todos.

A mi padre Edgar Barros, que así sea a la distancia, siempre estuvo dispuesto a apoyarme en todo sentido, para poder ser alguien de bien para la sociedad, y demostrar que si se puede salir adelante.

A mi abuelita Rosa Molina, que, aunque ya no esté con nosotros ahora, sé que se hubiese sentido muy orgullosa de mí y de lo que he alcanzado en estos años, siempre será mi segunda madre.

A mi familia en general, tíos, tías, primos, primas, por brindarme su ayuda cuando lo necesitaba, en especial a mi prima Evelyn Centeno, que es como la hermana que no tuve, siempre se tiene presente que la familia es para toda la vida.

A la Sra. Ailyn Batista, esposa de mi padre, que, aunque tuve falencias, siempre creyó en mí, y daba mucho para que pueda llegar a alcanzar mis metas personales.

A todas mis amistades que, a pesar de todo, en los buenos, malos y peores momentos, siempre estuvieron allí, especialmente (Alexandra Padilla y Daysi Herrera).

Finalmente, al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Déleg, por permitirme desarrollar mi proyecto de graduación, que, junto con el Ing. Jaime Ortiz, director de obras públicas, estuvo disponible para solventar cualquier inquietud.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
GENERALIDADES	2
Antecedentes	2
Objetivos	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
Justificación.....	3
Alcance.....	3
CAPÍTULO 1	4
RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	4
1.1. Ubicación.....	4
1.1.1. Ubicación geográfica	5
1.2. Levantamiento de datos del sector	6
1.2.1. Encuestas	6
1.2.2. Análisis de encuestas	6
1.3. Servicios básicos e infraestructuras existentes	6
1.3.1. Vialidad.....	6
1.3.2. Sistema de agua	7
1.3.3. Energía eléctrica	8
1.3.4. Recolección de basura	9
1.4. Recolección de datos socio económicos	10
1.4.1. Número de miembros de la familia.....	10
1.4.2. Tipo de Trabajo.....	10

1.4.3. Ingresos económicos de la familia.....	11
1.4.4. Instrucción del jefe de hogar.....	11
1.5. Tipo de edificación.....	12
1.5.1. Uso de la Edificación.....	12
1.6. Tipo de sistema residual actual.....	13
1.6.1. Sistema de alcantarillado.....	13
CAPITULO 2.....	16
CRITERIOS PARA EL DISEÑO.....	16
2.1. Tipo de sistema.....	16
2.2. Áreas de aporte (tributarias).....	16
2.3. Crecimiento poblacional.....	17
2.3.1. Población actual.....	17
2.3.2. Población futura.....	18
2.3.3. Tasa de crecimiento poblacional.....	18
2.4. Período de diseño.....	20
2.5. Parámetros de diseño.....	20
2.5.1. Densidad poblacional.....	20
2.5.2. Dotación.....	20
2.5.3. Pendiente.....	22
2.5.4. Profundidades.....	22
2.5.5. Velocidades.....	23
2.5.6. Diámetros de tubería.....	23
2.5.7. Rugosidad.....	24
2.5.8. Pozos de revisión.....	25
2.6. Caudales de diseño.....	26
2.6.1. Caudal de diseño.....	26
2.6.2. Caudal medio diario.....	26
2.6.3. Caudal máximo horario (instantáneo).....	27
2.6.4. Factor de mayoración o de punta.....	28
2.6.5. Caudal de infiltración.....	28
2.6.6. Caudal de aguas ilícitas.....	29
2.7. Diseño hidráulico.....	29

2.7.1. Pendiente.....	30
2.7.2. Caudal a sección llena.....	30
2.7.3. Velocidad a sección llena	30
2.7.4. Datos hidráulicos	31
2.7.5. Velocidad real	34
2.7.6. Resumen - Parámetros de diseño	34
2.8. Diseño de pozos de revisión.....	37
2.8.1. Diseño del pozo de revisión.....	37
CAPITULO 3	43
VERIFICACIÓN DE LA PLANTA ACTUAL DE TRATAMIENTO N° 1	43
3.1. Verificación del nuevo caudal a la tubería de empate	43
3.2. Verificación del caudal de ingreso actual a la planta N°1	46
3.3. Comprobación del nuevo caudal a la planta N° 1	49
3.4. Informe de aceptación del nuevo caudal a tratar en la planta N° 1	49
CAPÍTULO 4.....	54
ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	54
4.1. Propósito y necesidad del proyecto	54
4.1.2. Impacto ambiental.....	54
4.2 Características físicas ambientales	54
4.2.1. Medio físico	54
4.2.2. Medio biótico.....	55
4.2.3. Medio socioeconómico	56
4.3. Evaluación del impacto ambiental en el sistema de alcantarillado	56
4.3.1. Bases de diseño.....	56
4.3.2. Matriz de impactos.....	56
4.3.3. Parámetros de calificación de la matriz de impactos	57
4.4. Análisis de la importancia del impacto	60
4.5. Factores a evaluar	61
4.5.1. Fase de construcción.....	61
4.5.2. Fase de operación y mantenimiento.....	61
4.5.3. Interpretación de la matriz causa - efecto	65
CAPITULO 5	66

ESTUDIO ECONÓMICO	66
5.1. Presupuesto.....	66
5.2. Análisis de precios unitarios.....	66
5.2.1. Costos directos.....	66
5.2.2. Costos indirectos.....	66
5.3. Presupuesto referencial.....	68
5.4. Especificaciones técnicas	70
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA:	73
ANEXOS	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de límites de Déleg	4
Figura 1.2 Ubicación geográfica dentro del cantón Déleg.....	5
Figura 1.3 Tipo de vía	7
Figura 1.4 Abastecimiento de agua.....	7
Figura 1.5 Estado de conexión	8
Figura 1.6 Tipo de agua que utiliza.....	8
Figura 1.7 Energía eléctrica	9
Figura 1.8 Recolección de basura	9
Figura 1.9 Miembros del grupo familiar de la comunidad.....	10
Figura 1.10 Tipo de trabajo.....	10
Figura 1.11 Ingresos económicos.....	11
Figura 1.12 Instrucción de jefe de hogar.....	11
Figura 1.13 Tipo de Edificación.....	12
Figura 1.14 Uso de edificación	13
Figura 1.15 Tenencia de vivienda	13
Figura 1.16 Evacuación de aguas servidas.....	14
Figura 1.17 Evacuación de aguas lluvia.....	14
Figura 1.18 Proyecto de mejoramiento del alcantarillado sanitario.....	15
Figura 1.19 Mejoramiento del servicio de Alcantarillado	15
Figura 2.1 Áreas de aporte tesis	17
Figura 2.2 Flujo de agua a sección parcialmente llena	32
Figura 2.3 Pozo de revisión.....	39
Figura 2.4 Tapa y brocal	40
Figura 2.5 Pozo de inspección para conexiones domiciliarias.....	41
Figura 2.6 Red existente.....	42
Figura 3.1 Salida #1	44
Figura 3.2 Salida #2	44
Figura 3.3 Salida #3	45
Figura 3.4 Salida #4	45
Figura 3.5 Altura de remanso del caudal existente	47
Figura 3.6 Caudal real de ingreso a la planta de tratamiento N ° 1	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Ubicación geográfica - Sigsipamba	5
Tabla 2.1 Tasa de crecimiento poblacional.....	19
Tabla 2.2 Crecimiento poblacional Sigsipamba.....	19
Tabla 2.3 Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos	21
Tabla 2.4 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.	21
Tabla 2.5 Coeficientes de rugosidad	24
Tabla 2.6 Distancias máximas entre pozos de revisión.....	25
Tabla 2.7 Relaciones hidráulicas para tuberías parcialmente llenas	33
Tabla 2.8 Parámetros de diseño considerados.....	34
Tabla 2.9 Cálculo del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de Sigsipamba – Déleg.....	35
Tabla 2.10 Pozos de revisión	37
Tabla 3.1 Parámetros de cálculo	48
Tabla 3.2 Dimensiones tanque construido	50
Tabla 3.3 Datos para diseño del volumen útil a tratar.....	51
Tabla 3.4 Parámetros para el volumen actual	51
Tabla 3.5 Parámetros para el volumen futuro	52
Tabla 3.6 Proyección en intervalos de 5 años	53
Tabla 4.1 Análisis de la clasificación del impacto ambiental	59
Tabla 4.2 Factores ambientales en la fase construcción	61
Tabla 4.3 Factores ambientales en la fase de operación y mantenimiento	61
Tabla 4.4 Matriz causa - efecto	63
Tabla 5.1 Presupuesto	68

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuestas

Anexo 2: Diseño de la red de alcantarillado sanitario – Sigsipamba

Anexo 3: Presupuesto

Anexo 4: Especificaciones técnicas

Anexo 5: Planos

RESUMEN

DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE SIGSIPAMBA – DÉLEG - CAÑAR.

RESUMEN

El presente proyecto representa el diseño del alcantarillado sanitario para la comunidad de Sigsipamba – Déleg – Cañar, debido a que en algunos sectores no se dispone del servicio, en su lugar, se utilizan fosas sépticas, que pueden contribuir a afecciones a la salud de las personas, por lo que, cuando se construya este proyecto, se mejorará la calidad de vida de los habitantes de esta zona. El diseño contempla: encuestas socioeconómicas, cálculos de diseño, evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales existente, presupuesto, análisis de precios unitarios y especificaciones técnicas.

Palabras clave: Alcantarillado sanitario, diseño, agua residual, planta de tratamiento.



Ing. Carlos Javier Fernández de Córdova

Webster MSc.

Director del trabajo de titulación



Ing. José Fernando

Vázquez Calero MSc.

Director de Escuela



Edgar Daniel Barros Marín

Autor

ABSTRACT

DESIGN OF THE SANITARY SEWER SYSTEM FOR THE COMMUNITY OF SIGSIPAMBA - DÉLEG - CAÑAR.

ABSTRACT

This project presents the design of the sanitary sewer system for the community of Sigsipamba - Déleg - Cañar. This research arose due to the fact that some sectors do not have this service, instead people use septic tanks. This fact may contribute to human health problems. Therefore, when this project is built, the quality of life of the inhabitants of this area will be improved. The design includes socio-economic surveys, design calculations, evaluation of the existing wastewater treatment plant, budget, unit price analysis and technical specifications.

Keywords: Sanitary sewer, design, wastewater, treatment plant.



Ing. Carlos Javier Fernández de Córdova

Webster MSc.

Thesis Director



Ing. José Fernando

Vázquez Calero MSc.

Faculty Director



Edgar Daniel Barros Marín

Author



UNIVERSIDAD
AZUAY

Dpto. Idiomas



Translated by
Ing. Paúl Arpi

Edgar Daniel Barros Marín

Trabajo de Titulación

Ing. Carlos Javier Fernández de Córdova Webster, Msc

Junio 2019

DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE SIGSIPAMBA – DÉLEG - CAÑAR.

INTRODUCCIÓN

Un sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias con la finalidad de retirar el agua que ya fue utilizada en domicilios, comercios, industrias, llamada agua residual o servida, con el propósito de alejar las aguas negras y de esta manera evitar peligros a la salud con ciertas enfermedades como: afecciones a la garganta, problemas gástricos intestinales, entre otras (CITALÁN, 2014).

Luego de celebrarse el convenio de cooperación entre el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Déleg y la Universidad del Azuay, se procedió a la realización del presente proyecto, que consiste en diseñar una red de alcantarillado sanitario para un sector de 22 lotes otro con 11 viviendas, que actualmente no disponen de este servicio, ubicados en la comunidad de Sigsipamba del cantón Déleg.

Como ya se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, se efectuará la evaluación de dicha planta para analizar la capacidad de la misma de admitir un nuevo caudal.

GENERALIDADES

Antecedentes

El cantón Déleg ha tenido un crecimiento poblacional considerable en los últimos 10 años, y la comunidad de Sigsipamba, está avanzando en gran manera por la dotación de varios servicios gracias a las gestiones de la presente alcaldía. Actualmente, en este sector se cuenta con una red de alcantarillado sanitario de aproximadamente 5 km, pero debido a la demanda de población es necesario la ampliación de dicha red, por tal motivo la ejecución de un proyecto como este, es necesario para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

La comunidad cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales una de ellas, es la que tendrá en cuenta para la realización del presente proyecto.

Aunque existen todavía sectores que no cuentan con el servicio de alcantarillado, poco a poco se está dotando de más servicios hacia la comunidad, y el sector de la implementación del proyecto es uno que está en crecimiento, y con el siguiente proyecto se espera satisfacer alrededor de 130 personas.

Objetivos

Objetivo general.

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de Sigsipamba, teniendo en consideración el ámbito técnico, económico y ambiental, cumpliendo con las normas correspondientes.

Objetivos específicos

- Analizar y recopilar datos existentes necesarios para la elaboración del sistema de alcantarillado.
- Aportar con los estudios y diseños de la red de alcantarillado sanitario para la comunidad de Sigsipamba.
- Realizar los análisis de precios unitarios del presupuesto de la obra.
- Elaborar especificaciones técnicas del proyecto.

Justificación

La construcción de un sistema de alcantarillado sanitario sin lugar a dudas, contribuirá a la mejora del estilo de vida de sus pobladores, ya que el contar con fosas sépticas, aumenta los riesgos de contraer enfermedades respiratorias o gastro intestinales, de ahí que, con el presente proyecto, cerca de 33 familias saldrán beneficiadas.

Por otro lado, el saber que la mayoría de hogares están dispuestas a cubrir los gastos de la implementación del proyecto de alcantarillado, es un motivo adicional para su ejecución ya que se cuenta con una buena aceptación por parte de los moradores de la comunidad.

Alcance

Al momento de realizar las encuestas se verificarán los datos del último censo en cuanto a población y número de viviendas, información que ayudará a conocer de mejor manera a la cantidad de personas que se les brindará el servicio.

Posteriormente, con toda esta información se pretende realizar el diseño para la recolección de aguas servidas para una población actual de 130 personas y una futura de 139, el cual contará con cerca de 2 km de alcantarillado nuevo.

El proyecto contará con todas sus respectivas especificaciones técnicas y un presupuesto detallado de cada uno de los rubros.

CAPÍTULO 1

RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

1.1. Ubicación

El proyecto conformado por redes de alcantarillado y planta de tratamiento de la comunidad de Sigsipamba, se encuentra ubicado en el Cantón Déleg, dentro de la jurisdicción de la provincia del Cañar y limita:

- Al Norte con el Cantón Biblián
- Al Este con las parroquias de Cojitambo y Javier Loyola del Cantón Azogues
- Al Sur con la parroquia de Llaqueo y Sidcay del Cantón Cuenca
- Al Oeste con la parroquia Octavio Cordero Palacios del Cantón Cuenca

Como se muestra en (figura 1.1) a continuación:

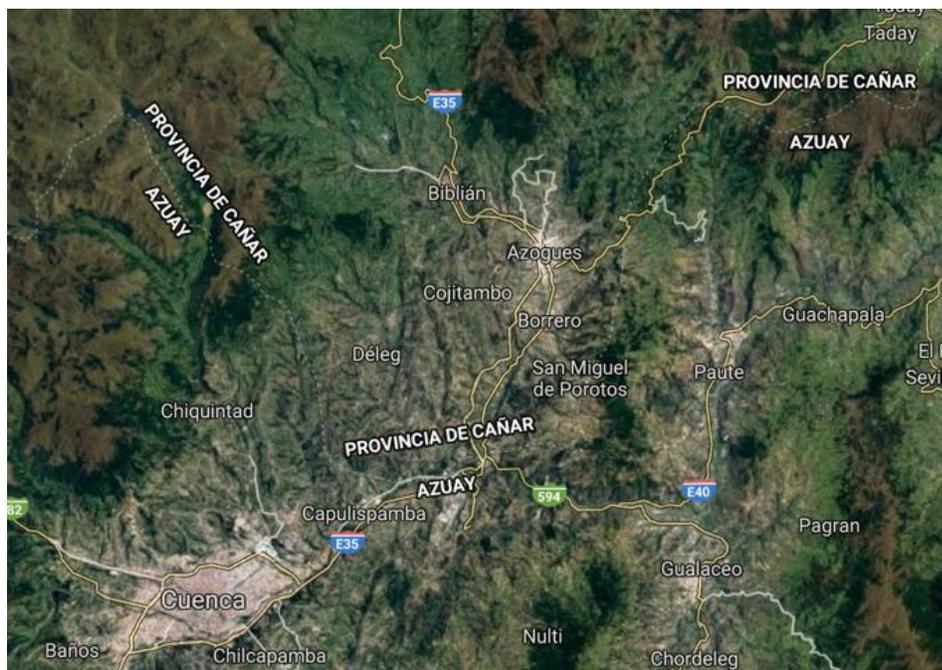


Figura 1.1 Mapa de límites de Déleg

Fuente: Google Earth 2018

1.1.1. Ubicación geográfica

Las coordenadas de este sector en coordenadas geográficas son las siguientes, dadas en la (tabla 1.1) y (figura 1.2):

Tabla 1.1 Ubicación geográfica - Sigsipamba

UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
Latitud	-2°47.387' S
Longitud	-78°55.476' W
Altitud	2661m

Fuente: Autor

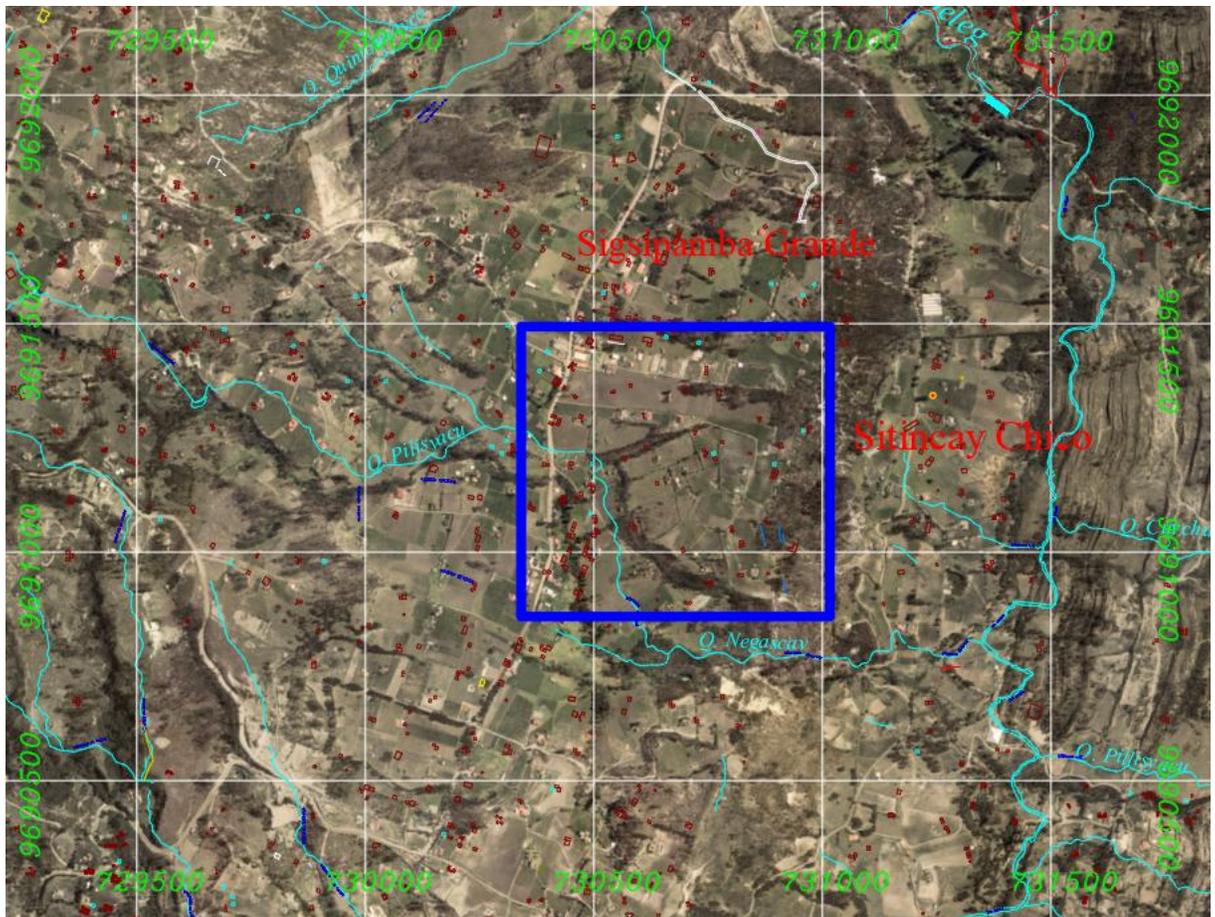


Figura 1.2 Ubicación geográfica dentro del cantón Délég

Fuente: GAD Délég

1.2. Levantamiento de datos del sector

1.2.1. Encuestas

Las encuestas tienen como objetivo realizar un estudio socio-económico en el cual se especifique la información básica de la zona y su población.

Tales encuestas se realizaron a 11 viviendas del sector, pero cabe recalcar que para el diseño del alcantarillado sanitario se tomó en cuenta también, el número de personas que habitarán en 22 lotes emplazados en el sector.

1.2.2. Análisis de encuestas

Una vez obtenida la información socioeconómica, infraestructura y de servicios, la tabulación de dichos datos dio los siguientes resultados.

1.3. Servicios básicos e infraestructuras existentes

1.3.1. Vialidad

El sector de Sigsipamba se encuentra ubicado en un punto de paso entre la parroquia Solano y el centro del cantón Déleg, el diseño del alcantarillado se realizará, en su mayoría, por vías secundarias de tierra, razón por la cual tampoco se ha proyectado un alcantarillado pluvial. Como se ilustra en la (figura 1.3):



Figura 1.3 Tipo de vía

Fuente: Autor

1.3.2. Sistema de agua

Los habitantes del sector cuentan con un 91% de abastecimiento de agua potable, siendo un valor mínimo de los que no cuentan con el mismo. Como se muestra en la (figura 1.4):

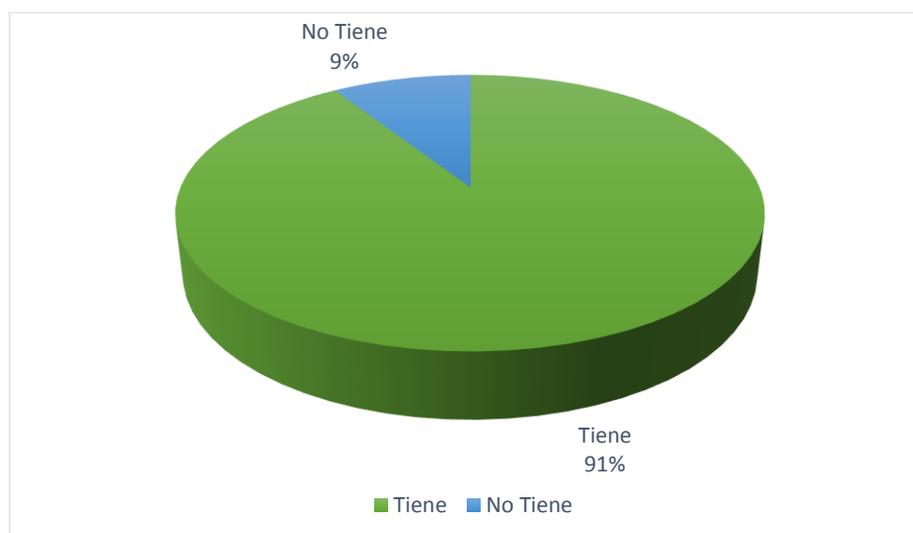


Figura 1.4 Abastecimiento de agua

Fuente: Autor

Se puede observar en los resultados que el estado de conexión del sistema de Agua en un alto porcentaje los habitantes consideran que es bueno. Como se muestra en la (figura 1.5):

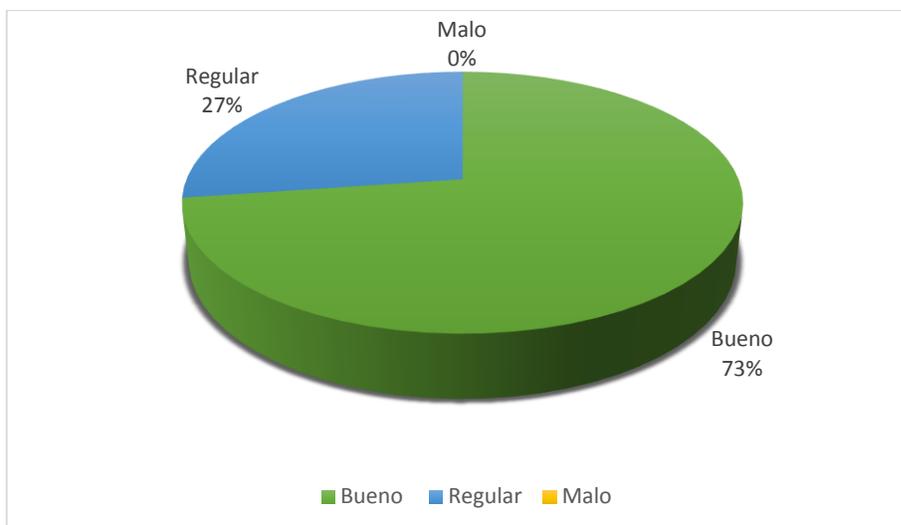


Figura 1.5 Estado de conexión

Fuente: Autor

El sector de Sigsipamba dispone de un sistema de Agua potable denominado “CHINE” cuya captación parte del cerro denominado “Ñamurelti” del Cantón Déleg, mediante tuberías a cada una de las casas de los usuarios, por esta razón el 100% de los mismos utiliza el agua por tubería. Como se muestra en la (figura 1.6):

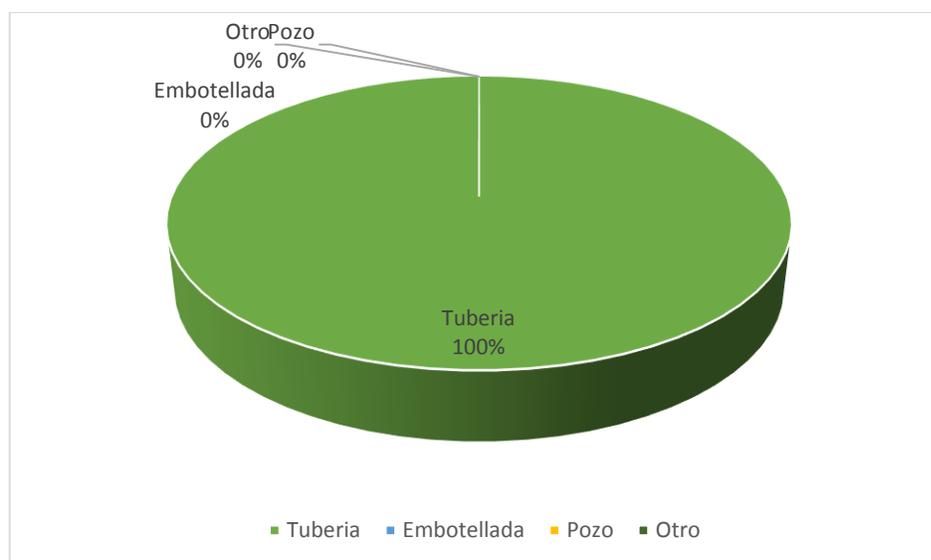


Figura 1.6 Tipo de agua que utiliza

Fuente: Autor

1.3.3. Energía eléctrica

El servicio de energía eléctrica relacionado con el servicio residencial y el alumbrado público lo presta la Empresa Eléctrica Azogues C.A. con redes de baja y alta tensión

cubriendo en un 100% de hogares del sector de Sigsipamba. Como se muestra en la (figura 1.7):



Figura 1.7 Energía eléctrica
Fuente: Autor

1.3.4. Recolección de basura

En el sector de Sigsipamba la recolección de los residuos sólidos lo realiza el GAD de Déleg a través del recolector de basura una vez por semana, en el caso del 18% de habitantes que no lo tienen se debe a que se encuentran alejados de la vía principal. Como se muestra en la (figura 1.8):

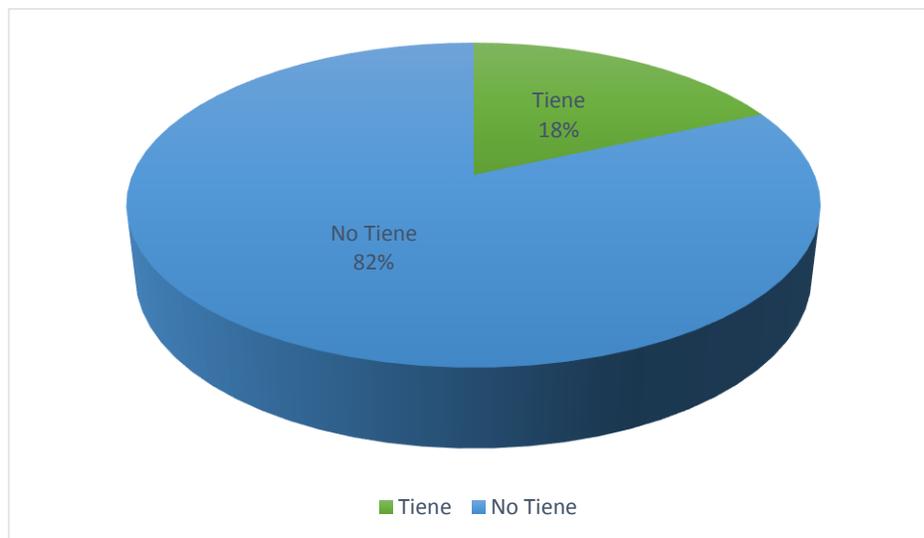


Figura 1.8 Recolección de basura
Fuente: Autor

1.4. Recolección de datos socio económicos

1.4.1. Número de miembros de la familia

En la comunidad del Sector Sigsipamba se realizó el levantamiento de información socioeconómica a 11 familias, siendo su mayoría personas adultas de acuerdo a los datos de las encuestas realizadas. Como se muestra en la (figura 1.9):

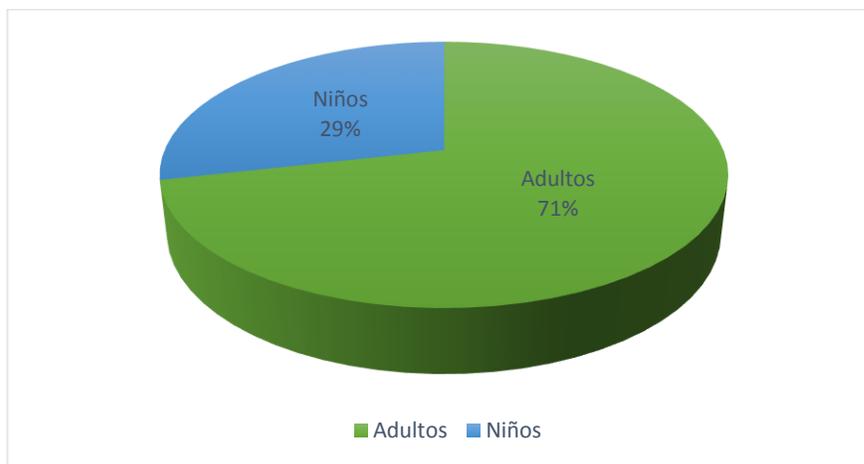


Figura 1.9 Miembros del grupo familiar de la comunidad

Fuente: Autor

1.4.2. Tipo de Trabajo

En cuanto a la actividad ocupacional de los habitantes del sector se consideró la profesión u ocupación de los jefes de hogar, en el que se determinó que el 36% tiene trabajo ocasional y el 64% no brindó información del mismo. Como se muestra en la (figura 1.10):



Figura 1.10 Tipo de trabajo

Fuente: Autor

1.4.3. Ingresos económicos de la familia

En cuanto a los ingresos económicos de las familias encuestadas el 18 % son ingresos semanales, 9% son ingresos quincenales, y el 64 % proviene de otro tipo de ingresos como: la agricultura. Como se muestra en la (figura 1.11):

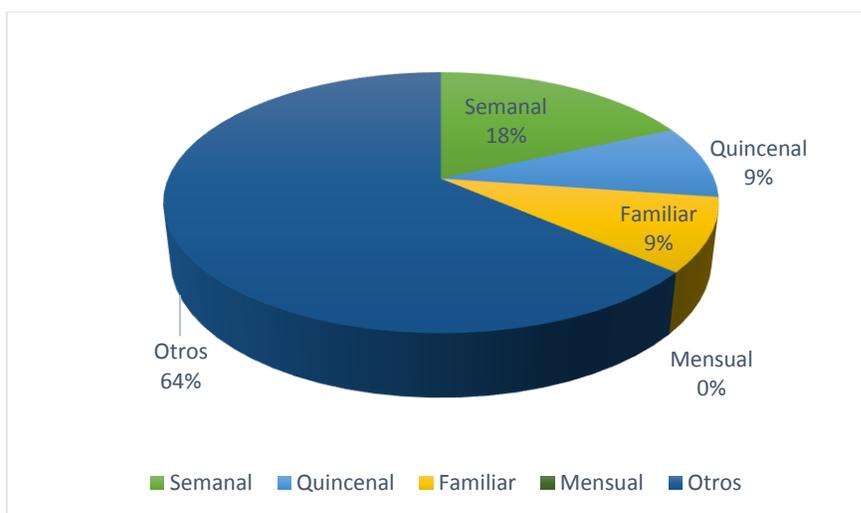


Figura 1.11 Ingresos económicos

Fuente: Autor

1.4.4. Instrucción del jefe de hogar

Existe un 50 % en la que el jefe de hogar tan sólo cursó la primaria, además se puede observar que existe un dato considerable en la que el mismo no cuenta con instrucción, siendo un dato nulo la educación superior. Como se muestra en la (figura 1.12):

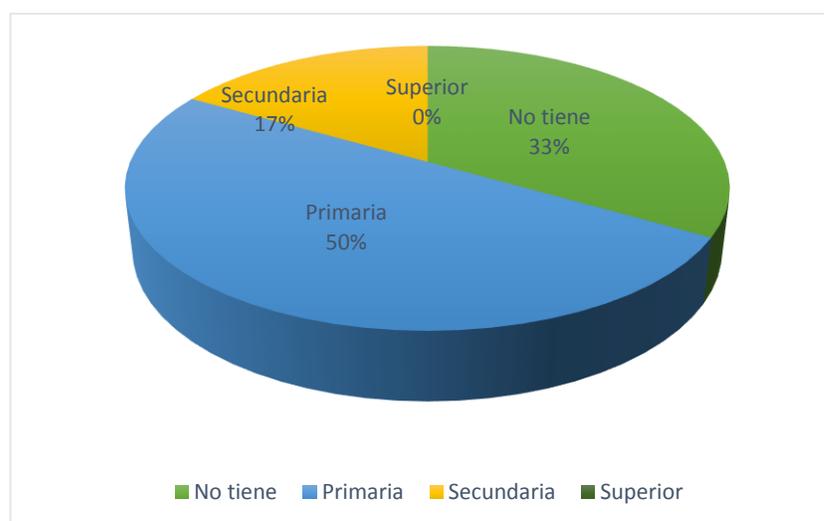


Figura 1.12 Instrucción de jefe de hogar

Fuente: Autor

1.5. Tipo de edificación

El uso de las edificaciones en un porcentaje alto es dedicado para vivienda residencial, siendo éstas en un porcentaje del 55% de una planta, obteniendo resultados nulos para el uso de las mismas como fincas y multifamiliares, adicionalmente en los datos obtenidos se puede observar que la mayoría de las edificaciones son propias. Como se muestra en la (figura 1.13):

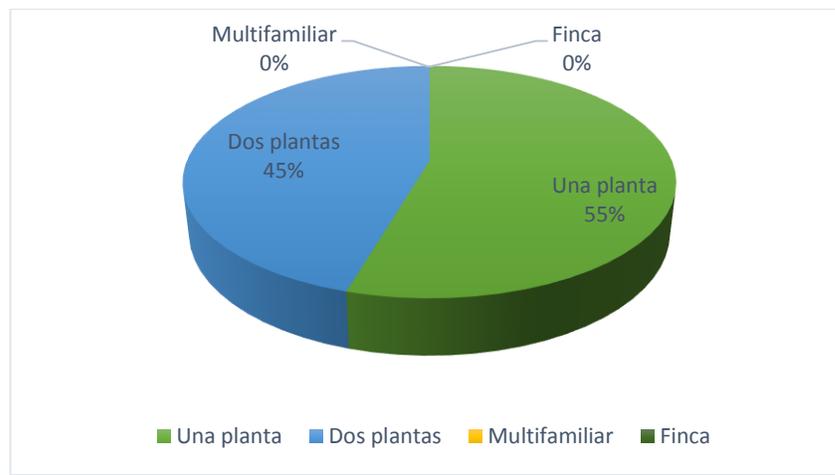


Figura 1.13 Tipo de Edificación

Fuente: Autor

1.5.1. Uso de la Edificación

Como actividades predominantes que se desarrollan en el sector para el uso del suelo se tiene: tiendas comerciales, edificaciones para uso recreacional y vivienda, siendo este último con un porcentaje de 82% de uso de edificación. Como se muestra en la (figura 1.14):

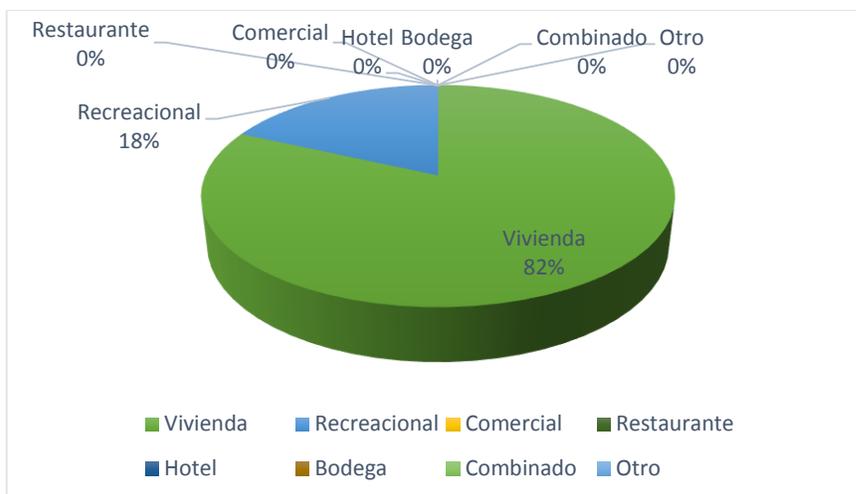


Figura 1.14 Uso de edificación

Fuente: Autor

Además, se puede observar que un 75% de los habitantes cuentan con vivienda propia, 12% arriendan y un 13% de uso usufructuario. Como se muestra en la (figura 1.15):

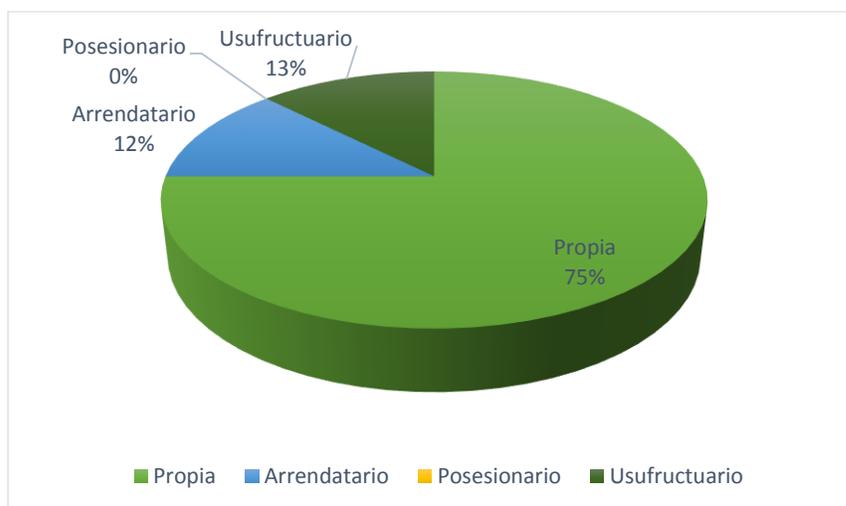


Figura 1.15 Tenencia de vivienda

Fuente: Autor

1.6. Tipo de sistema residual actual

1.6.1. Sistema de alcantarillado

En base a los datos obtenidos se puede observar en la siguiente figura que la evacuación de aguas servidas en las viviendas, se las realiza mediante una fosa séptica, por esta razón la implementación del alcantarillado es una opción viable. Como se muestra en la (figura 1.16):



Figura 1.16 Evacuación de aguas servidas
Fuente: Autor

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas, referente a la evacuación de aguas lluvias se puede observar que el 100% no dispone de este servicio. Como se muestra en la (figura 1.17):

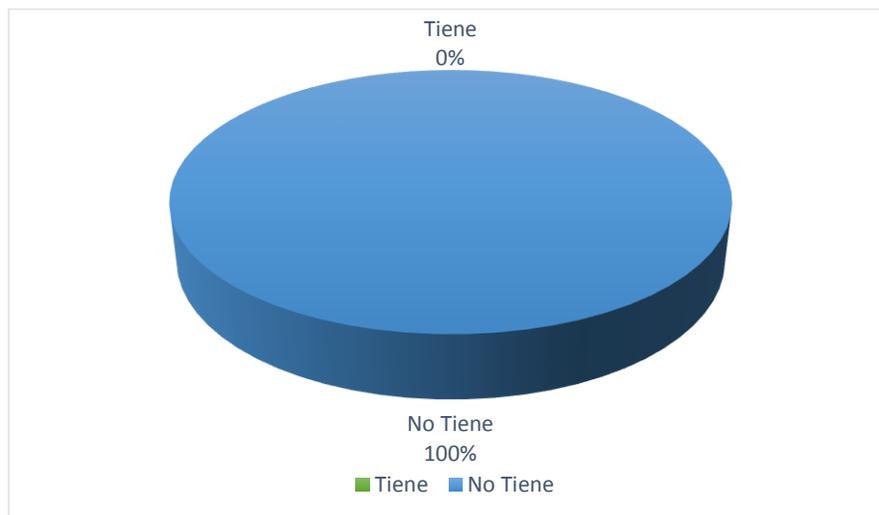


Figura 1.17 Evacuación de aguas lluvia
Fuente: Autor

Se notó en base a los encuestado, que 100% de las familias encuestadas está de acuerdo con el proyecto de alcantarillado sanitario para su comunidad. Como se muestra en la (figura 1.18):

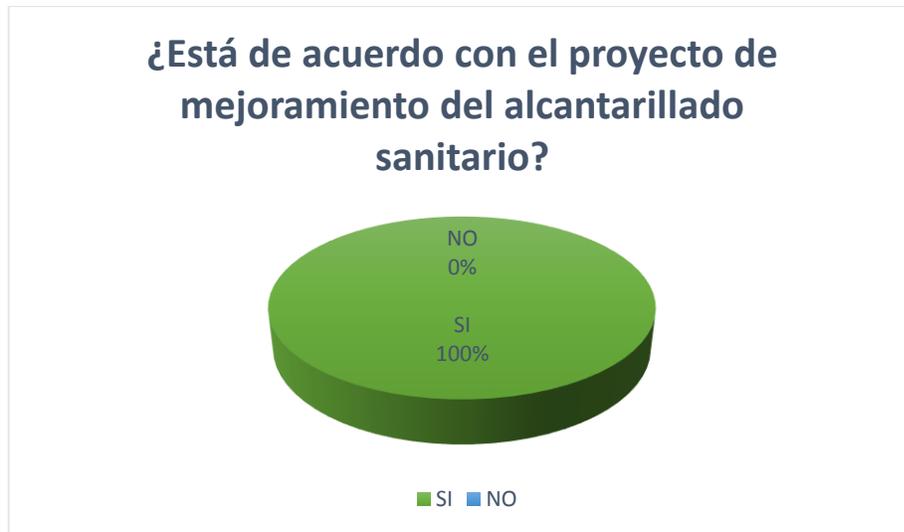


Figura 1.18 Proyecto de mejoramiento del alcantarillado sanitario
Fuente: Autor

De igual forma, los resultados de las familias encuestadas, apuntan a que el 91% de ellas estarían dispuestas a pagar por el servicio de alcantarillado sanitario. Como se muestra en la (figura 1.19):

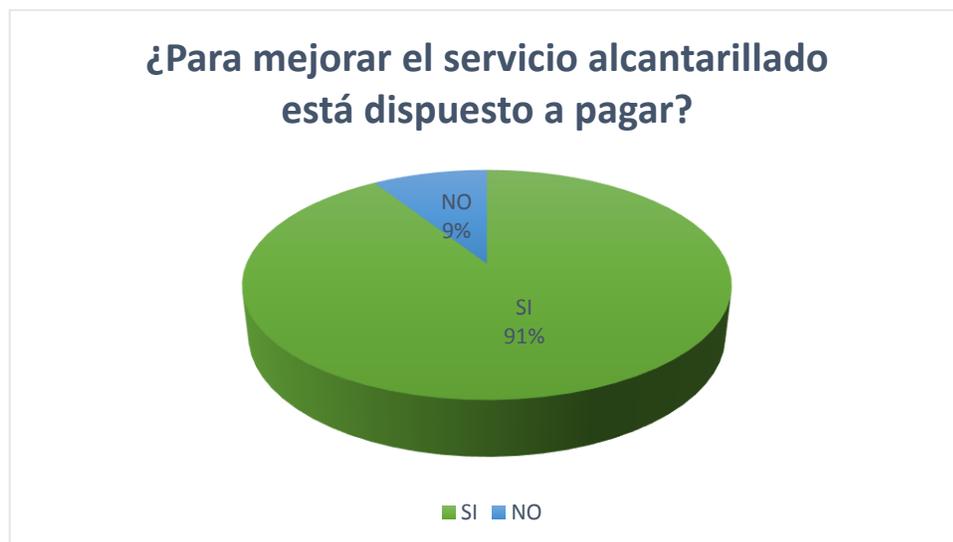


Figura 1.19 Mejoramiento del servicio de Alcantarillado
Fuente: Autor

Los resultados de las encuestas se encuentran en el Anexo 1.

CAPITULO 2

CRITERIOS PARA EL DISEÑO

2.1. Tipo de sistema

Una red de alcantarillado cumple la función de recoger aquellas aguas que han sido utilizadas en: domicilios, fábricas, negocios, etc., con la finalidad de conducir las a una planta para su tratamiento y de esta manera poder prevenir enfermedades respiratorias y gástricas.

Existen dos clases de redes de alcantarillado: alcantarillado combinado y alcantarillado separado, esta última transporta las aguas residuales en una tubería y las pluviales en otra.

El alcantarillado sanitario es una red de tuberías, mediante la cual se deben evacuar de manera rápida y segura las aguas residuales domésticas o de estructuras comerciales, hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ambientales ni molestias. Por otro lado el alcantarillado pluvial es un sistema que capta aguas lluvias por medio de una red de tuberías para su disposición final y que puede ser por infiltración o llevado por medio de canales, y finalmente el alcantarillado combinado es aquel sistema que recoge y conduce el total de las aguas de los sistemas mencionados, es decir, evacua por la misma tubería aguas residuales y pluviales, por lo que dada su disposición dificulta su tratamiento posterior y causa varios inconvenientes en cuanto a contaminación al momento de verterse a cauces naturales (SIAPA, 2014).

Debido al incremento de la población en la comunidad de Sigsipamba es necesario la implementación de nuevos ramales de alcantarillado sanitario que serán netamente de uso doméstico.

2.2. Áreas de aporte (tributarias)

Las áreas de aporte o también llamadas áreas tributarias, son aquellas que permiten tener en consideración la superficie de terreno que está destinada para cada uno de los diferentes tramos de la tubería. Para el caso de la vía pública se ha tomado una franja de ancho de 50m entre la distancia de pozo a pozo, y para las áreas tributarias de la lotización se ha

considerado polígonos de distintas dimensiones. La topografía fue facilitada por el GAD del cantón Déleg para su correcta realización. Como se muestra en la (figura 2.1):

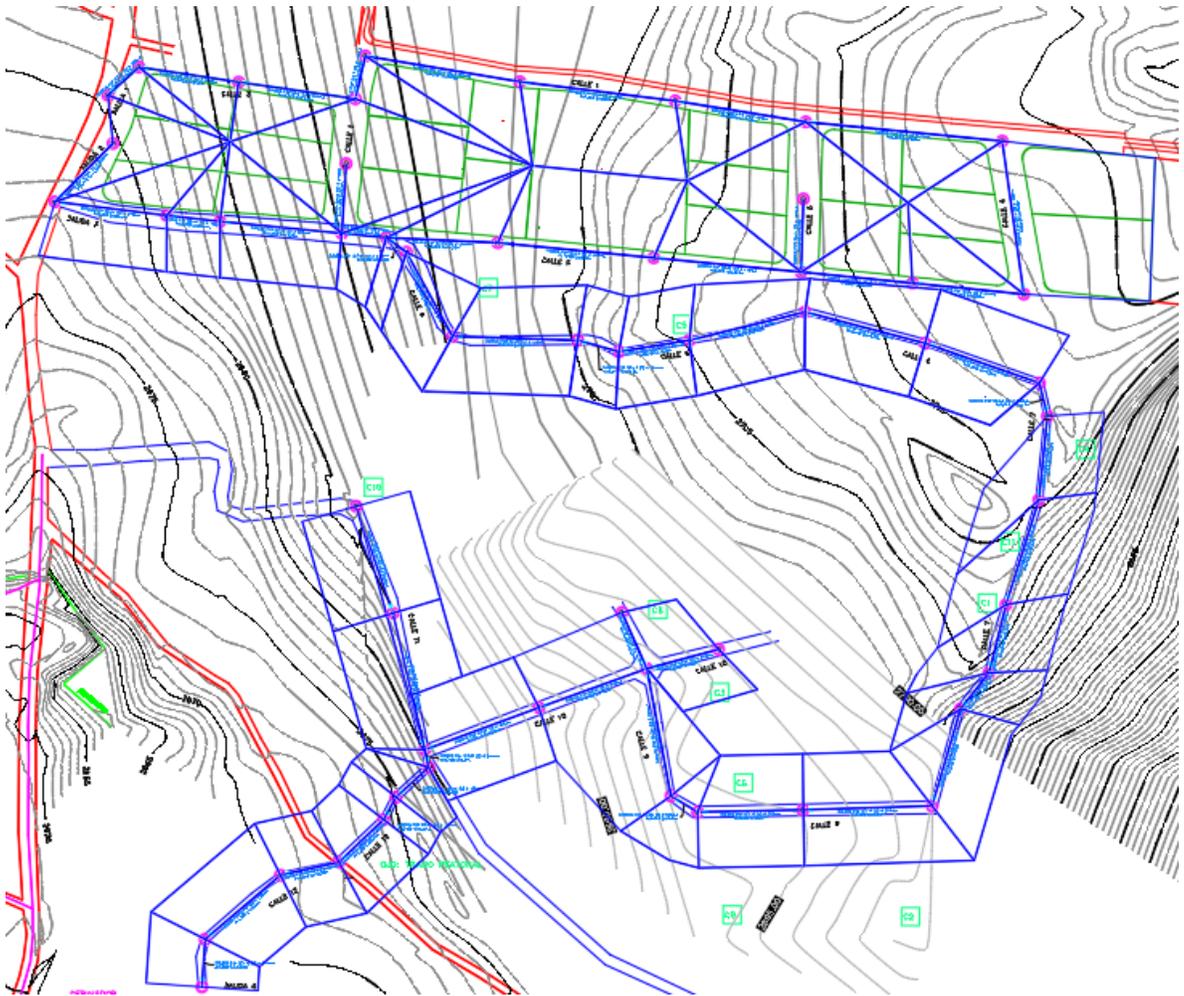


Figura 20.1 Áreas de aporte tesis
Fuente: Autor

Las áreas de aporte fueron consideradas para poder obtener la población que contribuirá el caudal de aguas servidas para cada una de dichas áreas, al multiplicar la densidad poblacional (numeral 2.5.1) por el área de aporte calculada.

2.3. Crecimiento poblacional

2.3.1. Población actual

Para el diseño del alcantarillado sanitario para la comunidad de Sigsipamba, se debe de tener como base la población actual a la que se le va a brindar el servicio, por tal motivo,

se procedió a realizar encuestas en el sector dado, teniendo como resultado una población de 130 personas.

2.3.2. Población futura

La población futura es el número de habitantes que se dispondrán al final del periodo de diseño, para poder calcular esta población, se podrán realizar proyecciones de crecimiento poblacional utilizando uno de los siguientes métodos: proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, etc.

Según la SENAGUA 2014 (NORMA CO 10.7 – 602), para el cálculo de la población futura se propone el método de la proyección geométrica como se detalla a continuación en la (Ecu. 1):

$$Pf = Pa * (1+r)^n \quad \text{(Ecu. 1)}$$

Donde:

Pf: Población futura [habitantes]

Pa: Población actual [habitantes]

r: Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada como fracción decimal

n: Período de diseño [años]

2.3.3. Tasa de crecimiento poblacional

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se podrá utilizar la base de datos estadísticos por medio de los censos nacionales. La norma (CPE-INEN-005-9-2, 1997) recomienda, que, al no disponer de información para la proyección geométrica, se podrá utilizar los siguientes índices. Como se muestra en la (tabla 2.1):

Tabla 2.1 Tasa de crecimiento poblacional

REGION GEOGRAFICA	r (%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: (CPE-INEN-005-9-2, 1997)

Por consiguiente, se considerará el índice de 1.0% debido a que la comunidad de Sigsipamba se localiza en la región sierra. Como se muestra en la (tabla 2.2):

Tabla 2.2 Crecimiento poblacional Sigsipamba

POBLACIÓN AL AÑO (n)			
			r=1,0%
n	Pa	Año	Pf
0	130	2019	130
1	130	2020	131
2	130	2021	133
3	130	2022	134
4	130	2023	135
5	130	2024	137
6	130	2025	138
7	130	2026	139
8	130	2027	141
9	130	2028	142
10	130	2029	144
11	130	2030	145
12	130	2031	146
13	130	2032	148
14	130	2033	149
15	130	2034	151
16	130	2035	152
17	130	2036	154
18	130	2037	155
19	130	2038	157
20	130	2039	159

Fuente: Autor

2.4. Período de diseño

El período de diseño es el tiempo de vida útil para el cual se procede a realizar el diseño de alcantarillado sanitario para cierta ubicación. Por lo tanto, para aquellas obras civiles de recolección de residuos líquidos o dotación de agua potable, se prevé un período de diseño (Pd) de 20 años (CPE-INEN-005-9-2, 1997).

2.5. Parámetros de diseño

2.5.1. Densidad poblacional

La densidad poblacional (D_p) es la determinación de cuantas personas habitan en una cierta área, éste dato es sumamente importante ya que como se analizó, el período de diseño para el proyecto es de 20 años, por lo que necesitamos calcular la densidad poblacional para ese período. Tenemos la siguiente expresión en la (Ecu. 2):

$$Densidad = \frac{P_f}{A_p} \quad (\text{Ecu. 2})$$

Donde:

P_f : Población futura [habitantes]

A_p : Área de aporte del proyecto [Ha]

2.5.2. Dotación

En la norma (CPE INEN 005-9-2, 1997) hace referencia a la cantidad de agua que se consume por habitante, diariamente, para poder satisfacer sus necesidades, la misma que viene expresada en litros por habitante por día.

De igual manera, se pueden encontrar varios tipos de sistemas para abastecimiento de agua potable, así como dotaciones para los distintos niveles de servicio. Como se muestra en la (tabla 2.3):

Tabla 2.3 Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP DE	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua.
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillado sanitario
Simbología utilizada: AP: agua potable DE: disposiciones de excretas DRL: disposición de residuos líquidos		

Fuente: (CPE-INEN-005-9-2, 1997)

En base a la tabla anterior, y a los requerimientos de la comunidad de Sigsipamba, para su correcto diseño, la zona corresponde a un nivel IIb, conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa (AP), y sistema al alcantarillado sanitario (DRL), conjuntamente con los parámetros de dotación mostrados en la siguiente (tabla 2.4):

Tabla 2.4 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (L/ha*día)
Ia	25	330
Ib	50	65
IIa	60	85

Iib	75	100
-----	----	-----

Fuente: (CPE-INEN-005-9-2, 1997)

Debido que la comunidad se encuentra en la sierra ecuatoriana, y como se analizó previamente la necesidad de un nivel (Iib) para el diseño, esto da como resultado una dotación de 75 L/hab*día.

2.5.3. Pendiente

Todo diseño de una red de alcantarillado debe asegurar una fluidez de sus aguas recolectadas, se considera una pendiente mínima (Sd) que garantice la auto limpieza de la tubería.

Según la (CPE-INEN-005-9-2, 1997), se recomienda para conexiones domiciliarias una pendiente mínima del 1%, así mismo en el numeral 2.5.5 se analiza las velocidades permitidas tanto mínimas como máximas para los diferentes materiales, y las limitaciones que tienen éstas con sus respectivas pendientes. El hecho de mantener una pendiente mínima ayuda a que el agua que por ella se conduce, no se estanque y produzca complicaciones en cuanto a obstrucción y alteraciones de flujo.

2.5.4. Profundidades

La red de alcantarillado sanitario deberá colocarse a una altura segura respecto a la red de distribución de agua potable para evitar contaminarse en caso de algún tipo de ruptura, para este caso se deberá tener en cuenta lo siguiente: si la red de alcantarillado se encuentra paralela a la red de agua potable se dejará una altura libre proyectada de 0.3m, en el caso de cruzarse de 0.2m (CPE-INEN-005-1, 1992).

En el caso que la tubería debiera soportar carga vehicular, se tendrá en consideración un relleno mínimo de 1.2m sobre la clave del tubo, teniendo en cuenta lo antes mencionado, con una altura máxima de 6.0m en función del brazo de la retroexcavadora (PESÁNTEZ, 2011).

2.5.5. Velocidades

Las diferentes velocidades que adquiera el flujo en la tubería dependerán de la clase de material que se opte por adquirir para el alcantarillado sanitario, ya que, tuberías como por ejemplo de hormigón tendrán un coeficiente de rugosidad mayor, por lo que la velocidad del flujo disminuirá; mientras que, por otro lado, las tuberías de PVC, teniendo un coeficiente de rugosidad menor, podrá alcanzar mayores velocidades en un mismo espacio recorrido.

Las velocidades que tenga el flujo, ya sea para redes primarios, secundarios o terciarios, bajo la condición de caudal máximo instantáneo, no deberá ser menor a 0.45 m/s, ni superar a 6.0 m/s, de esta manera se mantendrá un rango de seguridad que impedirá la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido (CPE-INEN-005-1, 1992).

Para el caso del diseño del alcantarillado sanitario en la comunidad de Sigsipamba. Se ha tomado los siguientes parámetros en base a los especificado:

- Velocidad mínima de autolimpieza: 0.45 m/s
- Velocidad máxima PVC recomendable: 6.0 m/s

2.5.6. Diámetros de tubería

El diámetro mínimo interior (\emptyset) de la tubería para alcantarillado sanitario no deberá ser inferior a 0.2m, mientras que para el diseño de alcantarillado pluvial será mayor a 0.25m. De igual manera para las distintas conexiones domiciliarias su diámetro menor será de 0.1m para sanitario y 0.15m para pluvial (CPE-INEN-005-1, 1992).

En el caso de la comunidad de Sigsipamba, se obtuvo un diámetro de 0.2m para todas y cada una de los diferentes tramos de tubería que componen tanto el área de la lotización, como la red pública de alcantarillado.

2.5.7. Rugosidad

La rugosidad está en función del tipo de material, la que permitirá que el líquido adquiera cierta velocidad con mayor o menor facilidad. Anteriormente se solía utilizar tuberías de hormigón que según (CPE-INEN-005-1, 1992), el coeficiente de rugosidad es de 0.013, mientras que la del PVC como muestra la tabla a continuación, permite un valor de 0.009, lo que ocasiona que se tenga menor fricción, y por lo tanto permita mayores velocidades con menores pendientes. Como se muestra en la (tabla 2.5):

Tabla 2.5 Coeficientes de rugosidad

MATERIAL	COEFICIENTE DE MANNING (N)	COEFICIENTE HAZEN – WILLIAMS (C_H)	COEFICIENTE RUGOSIDAD ABSOLUTA E (MM)
Asbesto cemento	0.011	140	0.0015
Latón	0.011	135	0.0015
Tabique	0.015	100	0.6
Fierro fundido (nuevo)	0.012	130	0.26
Concreto (cimbra metálica)	0.011	140	0.18
Concreto (cimbra madera)	0.015	120	0.6
Concreto simple	0.013	135	0.36
Cobre	0.011	135	0.0015
Acero corrugado	0.022	--	45
Acero galvanizado	0.016	120	0.15
Acero (esmaltado)	0.010	148	0.0048
Acero (nuevo, sin recubri.)	0.011	145	0.045
Acero (remachado)	0.019	110	0.9
Plomo	0.011	135	0.0015
Plástico (PVC)	0.009	150	0.0015

Madera (duelas)	0.012	120	0.18
Vidrio (Laboratorio)	0.011	140	0.0015

Fuente: Computer Applications in Hydraulic Engineering. 5th Edition, Haestad Methods

Para el diseño del alcantarillado sanitario de la comunidad Sigsipamba en el cantón Déleg, se procedió a usar tuberías de PVC en todos los ramales, con un coeficiente de Manning de 0.009, debido a que el resto de la red ya existente se diseñó con el mismo criterio.

2.5.8. Pozos de revisión

Los pozos de revisión son estructuras que cuya finalidad es poder supervisar el flujo que va a lo largo de la red de alcantarillado, también se utilizan cuando hay un cambio de dirección o pendiente y en los puntos de intersección de los colectores (CPE-INEN-005-9-2, 1997).

El diámetro interior del pozo de revisión en su parte superior será de 0.6m, mientras que en su parte baja será de 0.9m. De igual manera y en base a los cálculos realizados anteriormente para varias redes de alcantarillado del cantón, se usará una altura mínima de 1.5m para cada uno de dichos pozos (PESÁNTEZ, 2011).

Según la (SENAGUA), se considera los siguientes parámetros para determinar la distancia entre pozos. Como se muestra en la (tabla 2.6):

Tabla 2.6 Distancias máximas entre pozos de revisión

DIÁMETRO DE LA TUBERA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS (m)
Menor a 350	100
400 - 800	150

Fuente: (CPE-INEN-005-9-2, 1997)

2.6. Caudales de diseño

2.6.1. Caudal de diseño

Según lo mencionado por (CPE-INEN-005-1, 1992), el caudal de diseño (Q_D) es la demanda de agua que servirá para poder satisfacer las diversas necesidades que tenga una u otra comunidad, en base al período de diseño destinada para aquel proyecto.

De la misma forma nos menciona que para el caudal de diseño se debe tomar en cuenta la siguiente sumatoria de caudales dadas en (Ecu. 3):

$$Q_D = Q_{max\ h} + Q_{il} + Q_{inf} \quad \text{(Ecu. 3)}$$

Donde:

Q_D : Caudal de diseño [lt /s]

$Q_{max\ h}$: Caudal máximo horario [lt /s]

Q_{il} : Caudal por conexiones ilícitas [lt /s]

Q_{inf} : Caudal por infiltración [lt /s]

2.6.2. Caudal medio diario

El caudal medio diario para el diseño de una red de alcantarillado sanitario es el valor promedio de los distintos caudales instantáneos que se producen cada día, se lo analiza tanto al inicio como al finalizar el período de diseño del proyecto. Tenemos en (Ecu. 4):

$$Q_m = \frac{C * P * D}{86400} \quad \text{(Ecu. 4)}$$

Donde:

Q_m : Caudal medio diario [lt/s]

C: Coeficiente de retorno

P: Población

D: Dotación [lt/hab/día]

Según la norma bolivariana (NB688, 2001) "...se adoptará un coeficiente de retorno o aporte del 60% al 80% de la dotación de agua potable"

Para el diseño de la red de alcantarillado de la comunidad de Sigsipamba se optó por tomar el valor de 80% es decir, 0.8 como coeficiente de retorno.

De la misma manera como se analizó en el numeral 5.1.2. se procedió a tomar un valor de dotación de 75lt/hab/día, en base a los parámetros ya establecidos.

2.6.3. Caudal máximo horario (instantáneo)

Es el caudal residual mayor que se puede observar en ciertas horas de máxima demanda y en cualquier año dentro del período de diseño, por lo general se suele tener en consideración aquel caudal al final del dicho período. Es de suma importancia tomar en cuenta este flujo máximo debido a que el diseño se lo realizará mediante éste (CPE-INEN-005-9-2, 1997).

Viene dado por las siguientes expresiones. (Ecu. 5 y 6):

$$Q_{max\ h} = Q_m * M \quad \text{(Ecu. 5)}$$

$Q_{max\ h}$: Caudal máximo horario

Q_m : Caudal medio diario [lt /s]

M: Factor de mayoración o de punta

$$Q_{max\ h} = Q_s \quad \text{(Ecu. 6)}$$

Q_s : Caudal sanitario

En base al criterio de (BARBOSA, 2015), menciona que cuando el caudal sanitario de cada tramo sea inferior a 1.5 lt/s, se debe de tomar dicho valor para el cálculo del caudal de diseño.

2.6.4. Factor de mayoración o de punta

Para el cálculo del factor de mayoración se considera la expresión de Harmon. (Ecu. 7):

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{(Ecu. 7)}$$

Donde:

M : Factor de mayoración o de punta

P : Población en miles de habitantes

$$1,5 \leq M \leq 3,8$$

(CPE-INEN-005-1, 1992)

2.6.5. Caudal de infiltración

Es la infiltración de aguas subsuperficiales a las diversas redes y ramales del alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, por motivo de alguna fisura que pudieran tener tuberías, juntas mal selladas, uniones entre pozos de revisión y tuberías, los cuales no son completamente impermeables. Se debe de tener en cuenta que para el estudio es recomendable hacerlo en horas en las cuales la demanda de caudal es mínima, es decir, es horas en las que haya poca utilización de agua (EMAAP-Q, 2009).

Es fundamental tener en consideración que, dependiendo del material de la tubería, se podrá infiltrar más o menos caudal a la red existente, por ejemplo, las tuberías de hormigón son menos impermeables que las de PVC. (ETAPA EP) recomienda, un caudal de infiltración de 1 lt/seg/km , valor que se aplicó al presente estudio de la siguiente forma (Ecu. 8) (RIERA, 2017).

$$Q_{inf} = \frac{Long. \ tramo(m) * I \frac{lt}{km}}{1000} \quad \text{(Ecu. 8)}$$

2.6.6. Caudal de aguas ilícitas

La (EMAAP-Q, 2009) hace referencia al caudal de aguas ilícitas o erradas, a los aportes de aguas lluvias que desembocarían al sistema actual de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes, tejados y patios.

Para lo cual la memoria técnica de alcantarillado del GAD del cantón Déleg, dada (PESÁNTEZ, 2011), dispone de la siguiente formulación. (Ecu. 9):

$$Q_{il} = \frac{Pf * 80}{86400} \quad \text{(Ecu. 9)}$$

Donde:

Q_{il} : Caudal de aguas ilícitas [lt/s]

Pf : Población futura

Para el caso del diseño del alcantarillado de la comunidad de Sigsipamba, la memoria técnica de alcantarillados del municipio sugiere un caudal de aguas ilícitas de 80lt/hab/día.

2.7. Diseño hidráulico

Para el diseño se utilizó una hoja de cálculo facilitada por el GAD de Déleg, que tiene las siguientes formulaciones dadas desde la (Ecu. 10 – Ecu. 12):

2.7.1. Pendiente

$$s = \frac{CF_i - CF_f}{L_{tramo}} * 100 \quad \text{(Ecu. 10)}$$

Donde:

S : Pendiente de la tubería [%]

CF_i : Cota de fondo inicial [m]

CF_f : Cota de fondo final [m]

L_{tramo} : Longitud del tramo [m]

2.7.2. Caudal a sección llena

$$Q = \frac{0.311 * D^{2.67} * S^{0.5}}{n} * 1000 \quad \text{(Ecu. 11)}$$

Donde.

Q : Caudal a sección llena [lt/s]

D : Diámetro de la tubería [m]

S : Pendiente [%]

n : Coeficiente de rugosidad

2.7.3. Velocidad a sección llena

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{(Ecu. 12)}$$

Donde:

V : Velocidad a sección llena [lt/s]

Q : Caudal a sección llena [m^3/s]

A: Área del tubo [m^2]

2.7.4. Datos hidráulicos

➤ Relación q/Q

Es la operación matemática que se da por la división entre del caudal de diseño (q) para el caudal a sección llena de la tubería (Q) la cual servirá para poder encontrar los diferentes valores de y/D y v/V .

➤ Relación v/V

Mediante esta relación será posible calcular el valor real de la velocidad que tendrá el flujo en el interior de la tubería, para lo cual las formulaciones dadas por (PESÁNTEZ, 2011) mediante la hoja de cálculo de alcantarillado de la municipalidad del cantón Déleg, da cinco pautas a considerar. (Ecu 13 – Ecu 17):

$$\begin{array}{ll}
 1. \text{ Si} & \frac{q}{Q} \leq 0.05 \\
 \text{Entonces} & \frac{v}{V} = 0.8865 * \left(\frac{q}{Q}\right)^{0.228} \quad \text{(Ecu. 13)}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 2. \text{ Si} & 0.05 < \frac{q}{Q} \leq 0.23 \\
 \text{Entonces} & \frac{v}{V} = 0.434 * 2.18^{2.029 * \frac{q}{Q}} \quad \text{(Ecu. 14)}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 3. \text{ Si} & 0.023 < \frac{q}{Q} < 0.60 \\
 \text{Entonces} & \frac{v}{V} = 0.5633 + 0.5644 * \frac{q}{Q} \quad \text{(Ecu. 15)}
 \end{array}$$

4. Si $0.60 \leq \frac{q}{Q} \leq 0.88$

Entonces $\frac{v}{V} = 0.665 + 0.397553 * \frac{q}{Q}$ **(Ecu. 16)**

5. Si $0.88 < \frac{q}{Q} \leq 1.012$

Entonces $\frac{v}{V} = 0.8365 + 0.2029 * \frac{q}{Q}$ **(Ecu. 17)**

➤ **Relación entre calado de agua / diámetro de la tubería (y / D)**

En base a las especificaciones de la empresa (ETAPA, 2009), la relación calado de agua / diámetro de la tubería, indica que la capacidad máxima de conductos circulares se podría delimitar por un valor de 0.8, se recomienda que dicha relación sea inferior o igual a aquel valor. Como se muestra en la (figura 2.2):

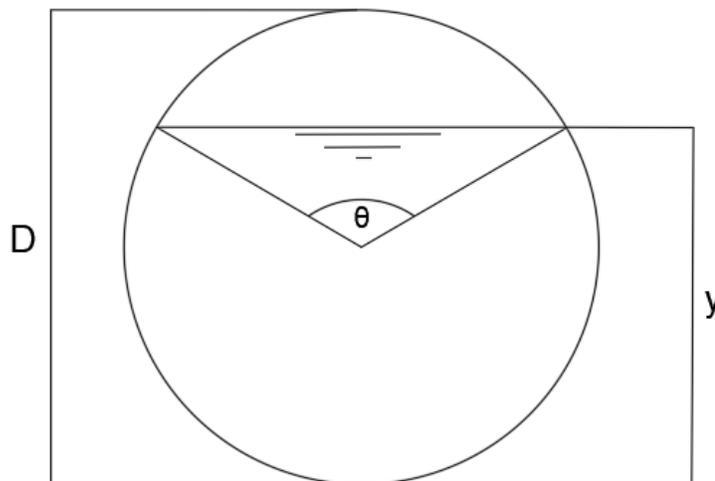


Figura 21.2 Flujo de agua a sección parcialmente llena
Fuente: Autor

El valor de y/D se lo encuentra en función de la relación q/Q , para la tabla que se muestra a continuación, la nomenclatura para esta relación es d/D , para lo cual un d/D , le corresponde un q/Q , por medio de la siguiente (tabla 2.7) dada por (MOORE SA, 2016).

Tabla 2.7 Relaciones hidráulicas para tuberías parcialmente llenas

RELACIONES HIDRÁULICAS PARA TUBERÍAS PARCIALMENTE LLENAS EN FUNCIÓN DE Q/Q											
Q/Q	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	
0.0	0.000	0.290	0.344	0.386	0.419	0.445	0.468	0.488	0.506	0.523	v/V
	0.000	0.076	0.108	0.131	0.152	0.169	0.186	0.201	0.215	0.228	d/D
	0.000	0.195	0.273	0.328	0.375	0.415	0.452	0.485	0.515	0.542	t/T
0.1	0.539	0.553	0.567	0.579	0.591	0.602	0.614	0.625	0.636	0.646	v/V
	0.241	0.253	0.265	0.276	0.287	0.297	0.307	0.317	0.326	0.335	d/D
	0.568	0.592	0.615	0.637	0.658	0.678	0.697	0.715	0.732	0.748	t/T
0.2	0.656	0.665	0.674	0.683	0.692	0.700	0.708	0.716	0.724	0.732	v/V
	0.344	0.353	0.362	0.370	0.379	0.387	0.395	0.403	0.411	0.418	d/D
	0.764	0.779	0.794	0.809	0.822	0.836	0.849	0.862	0.874	0.885	t/T
0.3	0.739	0.747	0.754	0.761	0.768	0.775	0.782	0.788	0.795	0.801	v/V
	0.426	0.433	0.440	0.448	0.455	0.462	0.469	0.476	0.483	0.490	d/D
	0.897	0.908	0.918	0.929	0.939	0.949	0.959	0.968	0.978	0.987	t/T
0.4	0.807	0.813	0.819	0.825	0.830	0.836	0.841	0.847	0.852	0.857	v/V
	0.497	0.503	0.510	0.517	0.523	0.530	0.537	0.543	0.550	0.556	d/D
	0.996	1.004	1.013	1.021	1.029	1.037	1.045	1.052	1.059	1.067	t/T
0.5	0.862	0.857	0.872	0.877	0.882	0.887	0.891	0.896	0.900	0.904	v/V
	0.563	0.569	0.576	0.582	0.589	0.595	0.602	0.608	0.614	0.621	d/D
	1.074	1.080	1.087	1.083	1.100	1.106	1.112	1.118	1.124	1.129	t/T
0.6	0.909	0.913	0.917	0.921	0.925	0.929	0.933	0.937	0.941	0.944	v/V
	0.627	0.634	0.640	0.646	0.653	0.659	0.666	0.672	0.679	0.666	d/D
	1.135	1.140	1.145	1.50	1.155	1.159	1.164	1.168	1.173	1.177	t/T
0.7	0.948	0.951	0.955	0.959	0.963	0.967	0.970	0.974	0.977	0.981	v/V
	0.692	0.699	0.705	0.712	0.718	0.724	0.731	0.738	0.744	0.751	d/D
	1.181	1.184	1.188	1.191	1.194	1.197	1.200	1.202	1.205	1.207	t/T
0.8	0.984	0.988	0.991	0.994	0.997	1.000	1.003	1.007	1.012	1.016	v/V
	0.758	0.764	0.771	0.778	0.785	0.792	0.800	0.806	0.812	0.818	d/D
	1.209	1.211	1.213	1.214	1.215	1.216	1.217	1.217	1.217	1.217	t/T
0.9	1.020	1.024	1.028	1.032	1.036	1.040	1.043	1.047	1.050	1.053	v/V
	0.825	0.831	0.838	0.845	0.852	0.859	0.866	0.874	0.881	0.890	d/D
	1.217	1.216	1.215	1.214	1.213	1.211	1.209	1.206	1.202	1.198	t/T
1.0	1.056	1.059	1.061	1.063							v/V
	0.898	0.908	0.918	0.930							d/D
	1.193	1.187	1.179	1.168							
q = Caudal real				v = Velocidad real				d = Altura de lámina			
t = Esfuerzo cortante real				Q = Capacidad lleno				V = Velocidad lleno			
D = Diámetro interno				T = Esfuerzo cortante lleno							

Fuente: Manual de tubería de gres, Tubos Moore S.A.

2.7.5. Velocidad real

Para calcular la velocidad real que el flujo tendrá en los diferentes ramales del alcantarillado sanitario, se procederá de multiplicar la relación v/V obtenida en el numeral 2.7.4. por la velocidad a sección llena que se indicó en el ítem 2.7.2.

2.7.6. Resumen - Parámetros de diseño

En el siguiente cuadro resumen, se muestran todos los parámetros que se consideraron para la realización de toda la red nueva de alcantarillado sanitario para la comunidad Sigsipamba del cantón Déleg. Como se muestra en la (tabla 2.8 y 2.9):

Tabla 2.8 Parámetros de diseño considerados

PARÁMETROS DE DISEÑO CONSIDERADOS			
INFORMACIÓN	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Material			PVC
Población actual	Pa	Habitantes	130
Población futura	Pf	Habitantes	159
Período de diseño	Pd	Años	20
Densidad poblacional	D	hab/Ha	18.59
Dotación	Dp	lt/ha*día	75
Pendiente mínima	Sd	%	1
Prof. Min. Pozo de revisión	H	m	1.5
Velocidad mínima	Vmin	m/s	0.45
Velocidad máxima	Vmax	m/s	6
Diámetro mínimo (Alcant. Sanit)	Ø	m	0.2
Rugosidad	n	Adimensional	
Caudal mínimo sanitario	Q_s	lt/s	1.5
Caudal de infiltración	Q_{inf}	lt/s/km	1
Caudal de aguas ilícitas	Q_{il}	lt/s	80
Relación y/D (máx.)	y/D	Adimensional	0.8

Fuente: Autor

Tabla 2.9 Cálculo del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de Sigsipamba – Déleg

DATOS		
LT_Alcant	2151,1	metros
Pobla_Actual	130	habitantes
Pobla_Futura	159	habitantes
Area_Total	8,53	Ha
Densidad	18,59	hab/Ha

DATOS	
f	0,8
Dot (lt/hab*dia)	75
Q. il (lt/hab * dia)	80
Q. in(lt/s)/(km)	1
Q min SANI. (l/s)	1,5
Smin%	1
n	0,009

Tramo	Número de Casas	Habitantes	Area Parcial (m2)	Area Parcial (Ha)	Población (hab)	Población Acum. (hab)	Longitud (m)	L. Acum. (m)	Qs. (l/seg)	Qi (l/seg)	Qin (l/seg)	Qd	Snat %	Sd %	D (mm)	V (m/seg)	Q (l/seg)	q/Q	y/D	Condición	v/V	v (m/seg)	Condición
1-2	2	4	1390.2	0.14	3	3	88.23	88.23	1.5	0	0.09	1.59	6.77	6.8	200	3.89	122.31	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.21	Cumple
2-3	1	4	1016.5	0.10	2	4	59.06	147.29	1.5	0	0.15	1.65	10.02	10.0	200	4.74	148.86	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.47	Cumple
3-4	1	4	2498.9	0.25	5	9	70	217.29	1.5	0.01	0.22	1.73	6.39	6.4	200	3.78	118.82	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.17	Cumple
4-5	2	4	1263.6	0.13	2	11	70	287.29	1.5	0.01	0.29	1.8	6.67	6.7	200	3.87	121.44	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.20	Cumple
5-6	0	4	823.7	0.08	2	13	19.67	306.96	1.5	0.01	0.31	1.82	4.88	4.9	200	3.31	103.87	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.20	Cumple
6-7	1	4	709.8	0.07	1	14	52.7	359.66	1.5	0.01	0.36	1.87	11.27	11.3	200	5.02	157.85	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.56	Cumple
7-8	1	4	607.1	0.06	1	15	45.08	404.74	1.5	0.01	0.4	1.91	10.47	10.5	200	4.84	152.14	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.50	Cumple
1-9	3	4	5682.1	0.57	11	11	69.1	69.1	1.5	0.01	0.07	1.58	2.43	2.4	200	2.33	73.31	0.02	0.108	Cumple	0.36	0.85	Cumple
9-10	1	4	890.2	0.09	2	12	50	119.1	1.5	0.01	0.12	1.63	2.80	2.8	200	2.50	78.68	0.02	0.108	Cumple	0.36	0.91	Cumple
10-12	1	4	890.2	0.09	2	14	50	169.1	1.5	0.01	0.17	1.68	6.52	6.5	200	3.82	120.06	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.19	Cumple
11-12	1	4	3319.3	0.33	6	6	32.7	32.7	1.5	0.01	0.03	1.54	0.43	1.0	200	1.50	47.02	0.03	0.131	Cumple	0.40	0.60	Cumple
12-13	1	4	1181.2	0.12	2	22	66.18	267.98	1.5	0.02	0.27	1.79	5.62	5.6	200	3.55	111.47	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.29	Cumple
13-14	0	4	2494.4	0.25	5	27	70	337.98	1.5	0.02	0.34	1.86	9.64	9.6	200	4.65	146.01	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.44	Cumple
14-15	1	4	875.7	0.09	2	29	49.87	387.85	1.5	0.03	0.39	1.92	10.33	10.3	200	4.81	151.10	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.49	Cumple
15-16	1	4	869.4	0.09	2	57	19.99	731.53	1.5	0.05	0.73	2.28	11.91	11.9	200	5.16	162.24	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.60	Cumple
17-16	2	4	4094.3	0.41	8	8	31.22	31.22	1.5	0.01	0.03	1.54	3.59	3.6	200	2.83	89.06	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.03	Cumple
16-18	1	4	2317.8	0.23	4	69	54.7	817.45	1.5	0.06	0.82	2.38	11.12	11.1	200	4.99	156.76	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.81	Cumple
18-19	0	4	1029.1	0.10	2	71	23.93	841.38	1.5	0.07	0.84	2.41	12.12	12.1	200	5.21	163.68	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.62	Cumple
19-20	1	4	2258.3	0.23	4	75	50.31	891.69	1.5	0.07	0.89	2.46	7.43	7.4	200	4.08	128.20	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.48	Cumple
21-20	1	4	1238.6	0.12	2	2	36.74	36.74	1.5	0.00	0.04	1.54	6.48	6.5	200	3.81	119.67	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.18	Cumple
8-22	0	0	486.5	0.05	1	15	18.69	423.43	1.5	0.01	0.42	1.93	7.70	7.7	200	4.15	130.51	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.29	Cumple
23-24	0	0	2577.1	0.26	5	5	54.09	54.09	1.5	0.00	0.05	1.55	2.63	2.6	200	2.42	76.18	0.02	0.108	Cumple	0.36	0.88	Cumple
24-25	0	0	2426.4	0.24	5	9	55.37	109.46	1.5	0.01	0.11	1.62	4.57	4.6	200	3.20	100.51	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.16	Cumple
25-26	0	0	2289.5	0.23	4	14	53.29	162.75	1.5	0.01	0.16	1.67	5.46	5.5	200	3.50	109.87	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.27	Cumple
26-27	1	3	1592.7	0.16	3	17	31.9	194.65	1.5	0.02	0.19	1.71	8.06	8.1	200	4.25	133.46	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.32	Cumple

Tramo	Número de Casas	Habitantes	Area Parcial (m2)	Area Parcial (Ha)	Población (hab)	Población Acum. (hab)	Longitud (m)	L. Acum. (m)	Qs. (l/seg)	Qi (l/seg)	Qin (l/seg)	Qd	Snat %	Sd %	D (mm)	V (m/seg)	Q (l/seg)	q/Q	y/D	Condición	v/V	v (m/seg)	Condición
27-28	0	0	989.2	0.10	2	18	19.08	213.73	1.5	0.02	0.21	1.73	11.84	11.8	200	5.15	161.82	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.60	Cumple
28-29	0	0	2720.2	0.27	5	23	55.99	269.72	1.5	0.02	0.27	1.79	9.13	9.1	200	4.52	142.04	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.40	Cumple
29-30	1	1	1444.4	0.14	3	26	42.93	312.65	1.5	0.02	0.31	1.83	5.73	5.7	200	3.58	112.55	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.30	Cumple
30-15	0	0	350.4	0.04	1	27	11.04	323.69	1.5	0.02	0.32	1.84	4.08	4.1	200	3.02	94.93	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.10	Cumple
31-32	1	8	1894.8	0.19	4	4	37.7	37.7	1.5	0.00	0.04	1.54	3.74	3.7	200	2.89	90.93	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.05	Cumple
32-33	1	2	2239.7	0.22	4	8	49.03	86.73	1.5	0.01	0.09	1.6	6.34	6.3	200	3.77	118.42	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.17	Cumple
33-34	1	1	1558.9	0.16	3	11	31.41	118.14	1.5	0.01	0.12	1.63	14.68	14.7	200	5.73	180.13	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.78	Cumple
34-35	0	0	1186.6	0.12	2	13	20.53	138.67	1.5	0.01	0.14	1.65	15.64	15.6	200	5.92	185.92	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.84	Cumple
35-36	0	0	1930.7	0.19	4	16	45.21	183.88	1.5	0.02	0.18	1.7	1.13	1.1	200	1.59	49.94	0.03	0.131	Cumple	0.40	0.63	Cumple
36-37	1	2	2877.6	0.29	5	22	57.71	241.59	1.5	0.02	0.24	1.76	6.45	6.4	200	3.80	119.38	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.18	Cumple
37-38	2	6	2235.5	0.22	4	26	47.07	288.66	1.5	0.02	0.29	1.81	1.23	1.2	200	1.66	52.19	0.03	0.131	Cumple	0.40	0.66	Cumple
38-39	0	0	840.2	0.08	2	27	13.89	302.55	1.5	0.03	0.3	1.83	3.53	3.5	200	2.81	88.31	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.02	Cumple
39-40	0	0	724.6	0.07	1	29	57.97	360.52	1.5	0.03	0.36	1.89	1.05	1.1	200	1.54	48.23	0.04	0.152	Cumple	0.43	0.65	Cumple
41-40	1	2	776.2	0.08	1	1	27.46	27.46	1.5	0.00	0.03	1.53	4.55	4.6	200	3.19	100.32	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.16	Cumple
42-40	1	7	760.1	0.08	1	1	33.2	33.2	1.5	0.00	0.03	1.53	8.31	8.3	200	4.32	135.57	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.34	Cumple
40-43	0	0	3956	0.40	7	39	51.29	472.47	1.5	0.04	0.47	2.01	10.47	10.5	200	4.84	152.14	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.50	Cumple
43-44	0	0	2631.6	0.26	5	44	54.39	526.86	1.5	0.04	0.53	2.07	14.65	14.7	200	5.73	179.99	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.78	Cumple
45-46	1	4	2524.4	0.25	5	5	50.5	50.5	1.5	0.00	0.05	1.55	3.86	3.9	200	2.94	92.39	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.07	Cumple
46-44	0	0	2398	0.24	4	9	62.7	113.2	1.5	0.01	0.11	1.62	6.30	6.3	200	3.76	118.01	0.01	0.076	Cumple	0.31	1.17	Cumple
44-47	0	0	102.7	0.01	0	53	8.03	648.09	1.5	0.05	0.65	2.2	8.34	8.3	200	4.32	135.81	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.57	Cumple
47-48	0	0	729.4	0.07	1	55	19.73	667.82	1.5	0.05	0.67	2.22	22.05	22.0	200	7.03	220.77	0.01	0.076	Cumple	0.31	2.18	Cumple
48-49	0	0	572.3	0.06	1	56	11.45	679.27	1.5	0.05	0.68	2.23	7.51	7.5	200	4.10	128.86	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.49	Cumple
49-50	0	0	1375.5	0.14	3	58	27.51	706.78	1.5	0.05	0.71	2.26	7.89	7.9	200	4.20	132.05	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.53	Cumple
50-51	0	0	1343.8	0.13	2	61	26.88	733.66	1.5	0.06	0.73	2.29	5.43	5.4	200	3.49	109.58	0.02	0.108	Cumple	0.36	1.27	Cumple
51-52	0	0	2207.8	0.22	4	65	44.16	777.82	1.5	0.06	0.78	2.34	1.34	1.3	200	1.73	54.35	0.04	0.152	Cumple	0.43	0.74	Cumple
52-53	0	0	147	0.01	0	65	21.37	799.19	1.5	0.06	0.8	2.36	0.70	1.0	200	1.50	47.02	0.05	0.169	Cumple	0.45	0.67	Cumple

Fuente: Autor

2.8. Diseño de pozos de revisión

Los esquemas al respecto, se localizan en el Anexo 5: Plano de Detalles Constructivos

2.8.1. Diseño del pozo de revisión

Como se muestra en la (tabla 2.10):

Tabla 2.10 Pozos de revisión

Tramo	hi	C.tapa i (m)	C. fondo i. (m)	C. fondo f. (m)	C.tapa f (m)	hf
1-2	1.50	2714.45	2712.95	2706.98	2708.48	1.50
2-3	1.50	2708.48	2706.98	2701.06	2702.56	1.50
3-4	1.50	2702.56	2701.06	2696.59	2698.09	1.50
4-5	1.50	2698.09	2696.59	2691.92	2693.42	1.50
5-6	1.50	2693.42	2691.92	2690.96	2692.46	1.50
6-7	1.50	2692.46	2690.96	2685.02	2686.52	1.50
7-8	1.50	2686.52	2685.02	2680.30	2681.80	1.50
1-9	1.50	2714.45	2712.95	2711.27	2712.77	1.50
9-10	1.50	2712.77	2711.27	2709.87	2711.37	1.50
10-12	1.50	2711.37	2709.87	2706.61	2708.11	1.50
11-12	1.50	2708.25	2706.75	2706.42	2708.11	1.69
12-13	1.69	2708.11	2706.42	2702.70	2704.39	1.69
13-14	1.69	2704.39	2702.70	2695.95	2697.64	1.69
14-15	1.69	2697.64	2695.95	2690.80	2692.49	1.69
15-16	1.69	2692.49	2690.80	2688.42	2690.11	1.69
17-16	1.50	2691.23	2689.73	2688.42	2690.11	1.69
16-18	1.69	2690.11	2688.42	2682.34	2684.03	1.69
18-19	1.69	2684.03	2682.34	2679.44	2681.13	1.69
19-20	1.69	2681.13	2679.44	2675.70	2677.39	1.69
21-20	1.50	2679.77	2678.27	2675.89	2677.39	1.50
8-22	1.50	2681.80	2680.30	2678.86	2680.36	1.50
23-24	1.50	2712.20	2710.70	2709.28	2710.78	1.50
24-25	1.50	2710.78	2709.28	2706.75	2708.25	1.50
25-26	1.50	2708.25	2706.75	2703.84	2705.34	1.50
26-27	1.50	2705.34	2703.84	2701.27	2702.77	1.50

Tramo	hi	C.tapa i (m)	C. fondo i. (m)	C. fondo f. (m)	C.tapa f (m)	hf
27-28	1.50	2702.77	2701.27	2699.01	2700.51	1.50
28-29	1.50	2700.51	2699.01	2693.90	2695.40	1.50
29-30	1.50	2695.40	2693.90	2691.44	2692.94	1.50
30-15	1.50	2692.94	2691.44	2690.99	2692.49	1.50
31-32	1.50	2711.69	2710.19	2708.78	2710.28	1.50
32-33	1.50	2710.28	2708.78	2705.67	2707.17	1.50
33-34	1.50	2707.17	2705.67	2701.06	2702.56	1.50
34-35	1.50	2702.56	2701.06	2697.85	2699.35	1.50
35-36	1.50	2699.35	2697.85	2697.34	2698.84	1.50
36-37	1.50	2698.84	2697.34	2693.62	2695.12	1.50
37-38	1.50	2695.12	2693.62	2693.04	2694.54	1.50
38-39	1.50	2694.54	2693.04	2692.55	2694.05	1.50
39-40	1.50	2694.05	2692.55	2691.94	2693.44	1.50
41-40	1.50	2694.69	2693.19	2691.94	2693.44	1.50
42-40	1.50	2696.20	2694.70	2691.94	2693.44	1.50
40-43	1.50	2693.44	2691.94	2686.57	2688.07	1.50
43-44	1.50	2688.07	2686.57	2678.60	2680.10	1.50
45-46	1.50	2686.00	2684.50	2682.55	2684.05	1.50
46-44	1.50	2684.05	2682.55	2678.60	2680.10	1.50
44-47	1.50	2680.10	2678.60	2677.93	2679.43	1.50
47-48	1.50	2679.43	2677.93	2673.58	2675.08	1.50
48-49	1.50	2675.08	2673.58	2672.72	2674.22	1.50
49-50	1.50	2674.22	2672.72	2670.55	2672.05	1.50
50-51	1.50	2672.05	2670.55	2669.09	2670.59	1.50
51-52	1.50	2670.59	2669.09	2668.50	2670.00	1.50
52-53	1.50	2670.00	2668.50	2668.29	2669.85	1.56

Fuente: Autor

Las siguientes figuras son esquemas constructivos tomados en base al sistema que maneja la dirección de obras públicas de la municipalidad del cantón Déleg:

- La (figura 2.3) representa el esquema para la construcción de pozos de revisión:

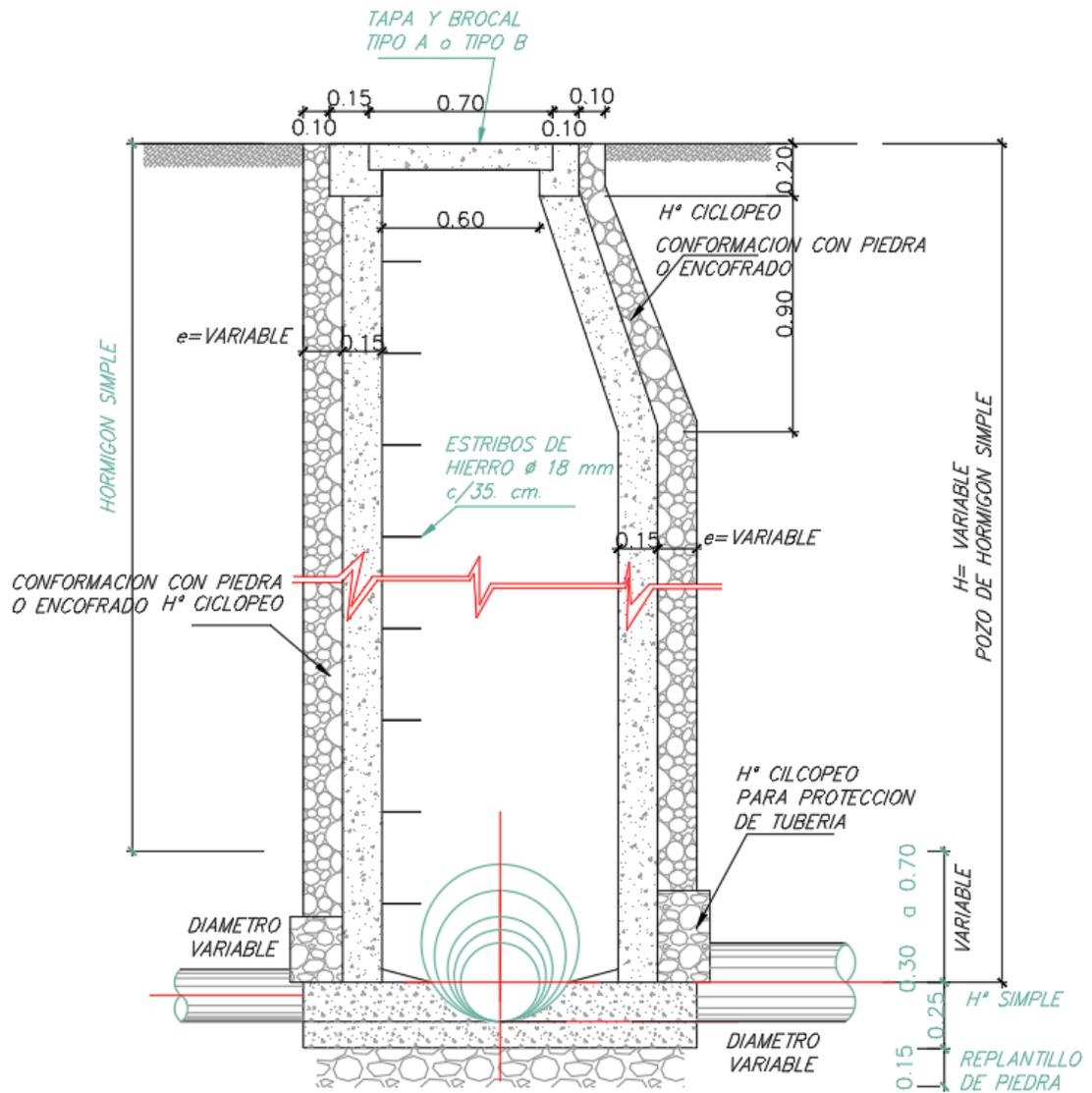


Figura 22.3 Pozo de revisión

Fuente: Dirección de obras públicas del cantón Déleg, Editado: Autor

➤ La (figura 2.4) representa el esquema para tapa y brocal:

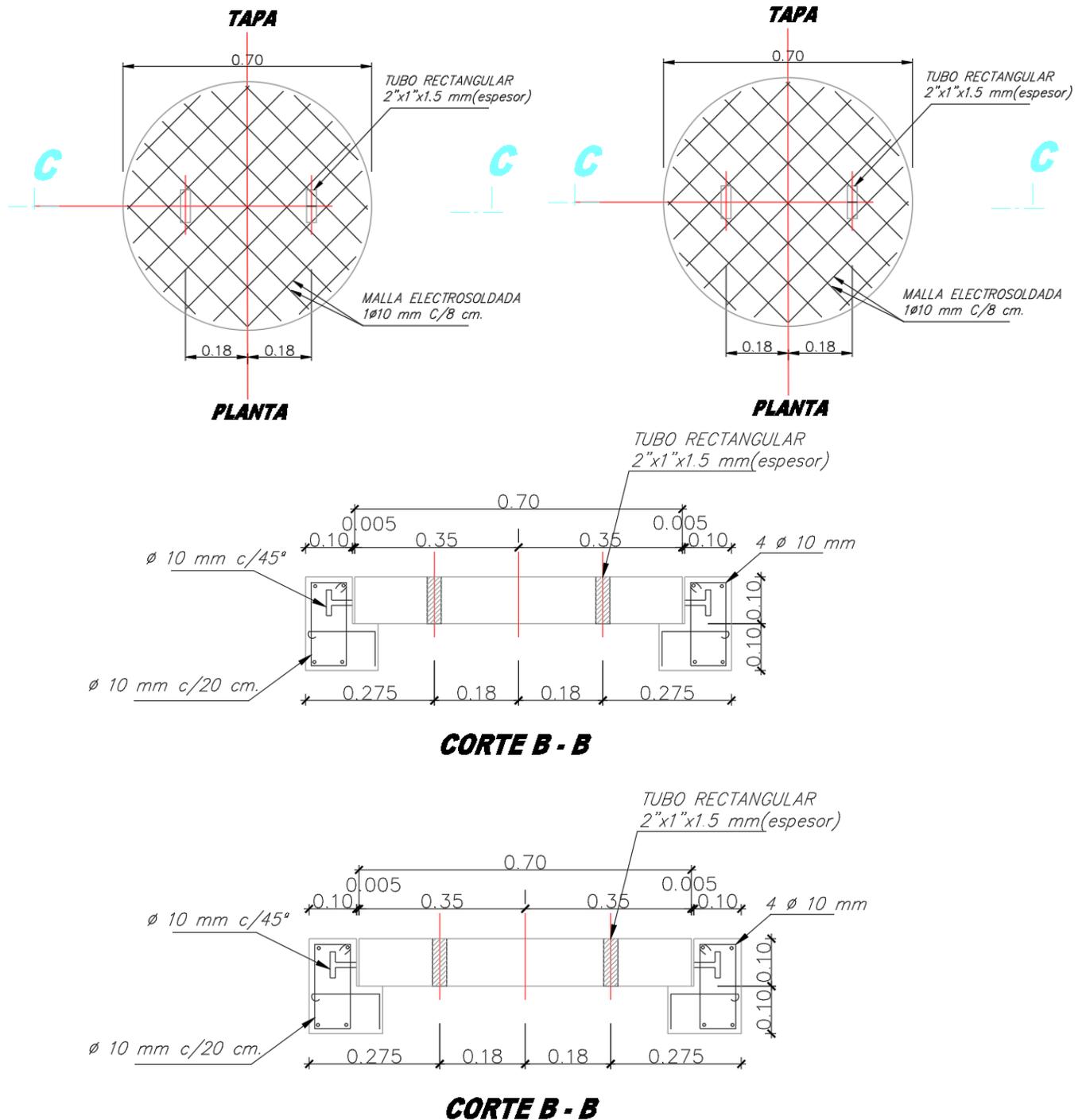
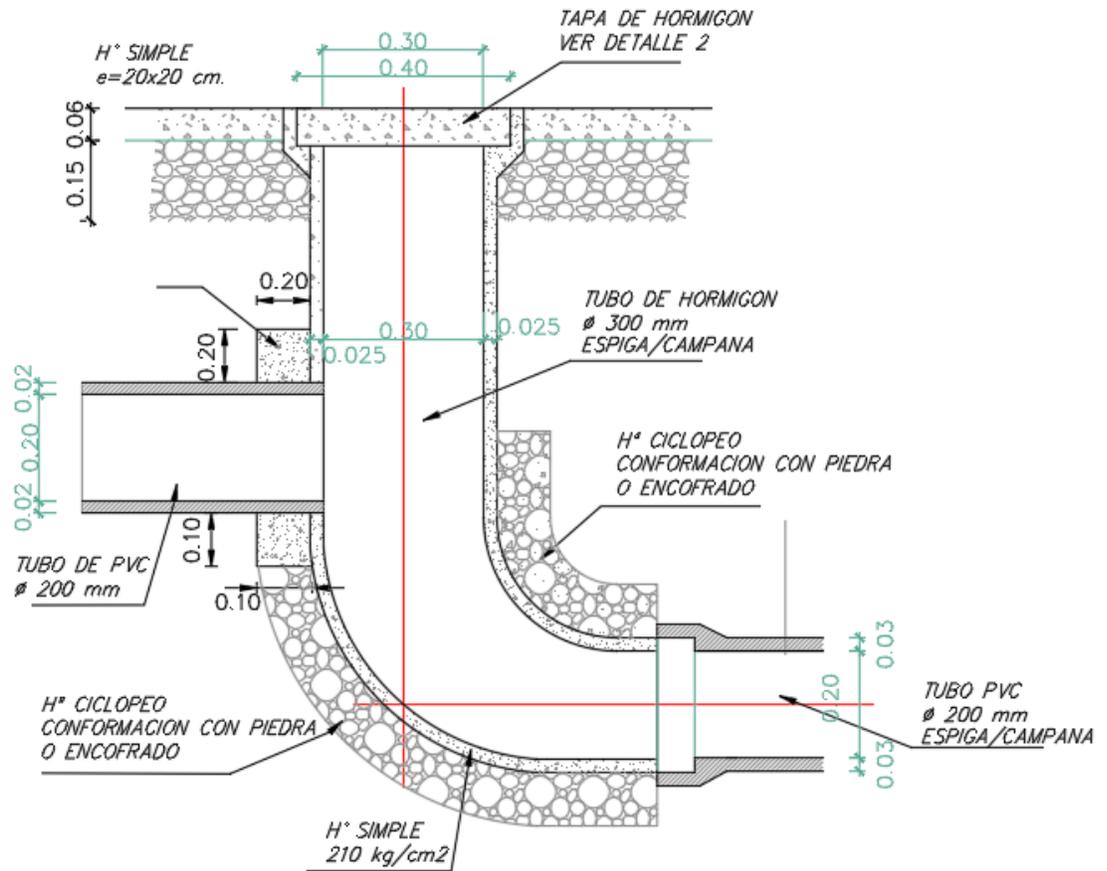


Figura 23.4 Tapa y brocal

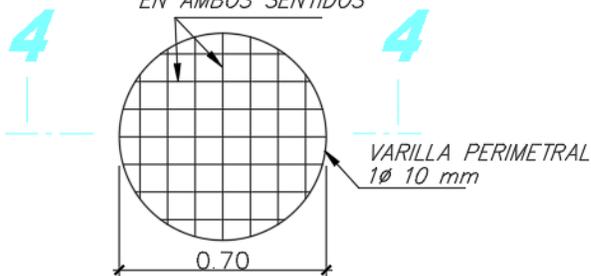
Fuente: Dirección de obras públicas del cantón Déleg, Editado: Autor

- La (figura 2.5) representa el esquema el pozo de inspección de conexiones domiciliarias:



DETALLE 2

ARMADURA
1 Ø 10 mm c/10 cm.
EN AMBOS SENTIDOS



CORTE 4-4

MALLA ELECTROSOLDADA
1 Ø 10 mm c/10 cm.
EN AMBOS SENTIDOS

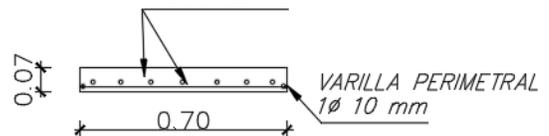


Figura 24.5 Pozo de inspección para conexiones domiciliarias
Fuente: Dirección de obras públicas del cantón Déleg, Editado: Autor

Nota:

El pozo número 16 se adicionó a la red existente debido al cambio de dirección del flujo proveniente del área de terreno de la lotización.

Los pozos 30, 15, 18, 19 y 20 es la red existente que luego de corroborar con la nueva red creada, no se produce alguna clase de inconveniente, ya que las alturas promedio de los pozos de revisión mencionados, son de 1.75m, y las alturas del nuevo diseño tienen un máximo de 1.69m, por lo que abastece perfectamente para los distintos empates. Los valores de cálculo de dichos pozos con sus respectivas tuberías se pueden apreciar de mejor manera en la (tabla 2.9 y 2.10). A continuación, se detalla la (figura 2.6):

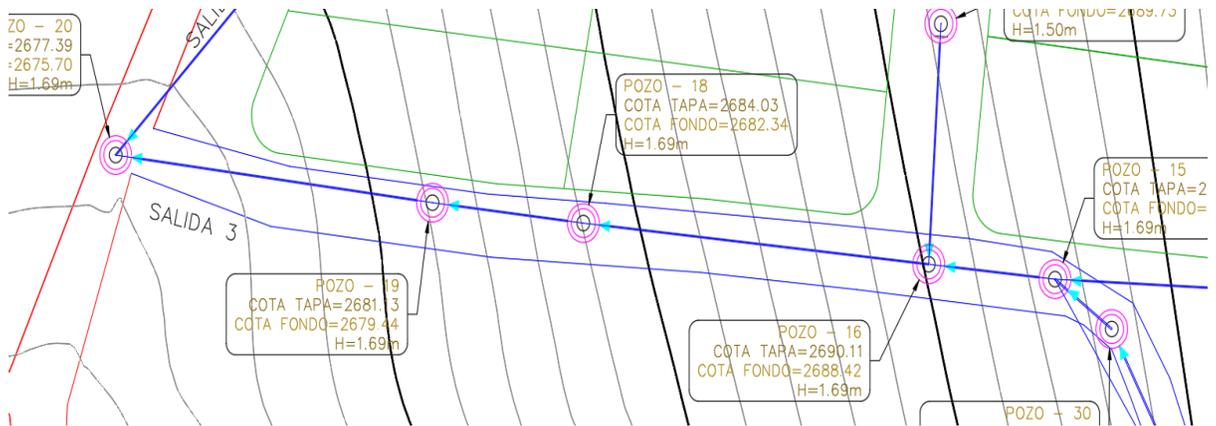


Figura 256 Red existente

Fuente: Autor

CAPITULO 3

VERIFICACIÓN DE LA PLANTA ACTUAL DE TRATAMIENTO N° 1

3.1. Verificación del nuevo caudal a la tubería de empate

El proyecto actual comprende de dotar de un servicio básico, alcantarillado sanitario, tanto para un sector determinado en una vía pública de la comunidad de Sigsipamba como para un grupo de lotes de terreno, por tal motivo, para calcular el caudal nuevo que generará la incorporación de esta red, se procedió, inicialmente, a elaborar y desarrollar encuestas que permitió conocer:

1. El número de habitantes que residen en cada una de las casas
2. La cantidad de lotes a las cuales se les brindará el servicio

El resultado de las diferentes encuestas como se mencionó en el capítulo I, fue que el servicio se le dará a un total de 130 personas en una longitud de 2151.1m., en base al diseño realizado para el alcantarillado sanitario de la comunidad de Sigsipamba del cantón Déleg, se procedió a direccionar 4 salidas del caudal hacia la red pública: dos salidas para el área de la lotización, una tercera que incluye parte del flujo de los lotes de los diversos terrenos, sumado a ésta una longitud que recolecta un tramo de aproximadamente 324 m de hogares que se encuentran ubicados en la vía pública, y finalmente una cuarta salida que recolecta el agua residual de los nueve domicilios faltantes.

Obteniendo como resultado los siguientes caudales por cada una de las salidas:

SALIDA 1:

$$Q_d = 1.93 \text{ lt/s}$$

Como se muestra en la (figura 3.1):

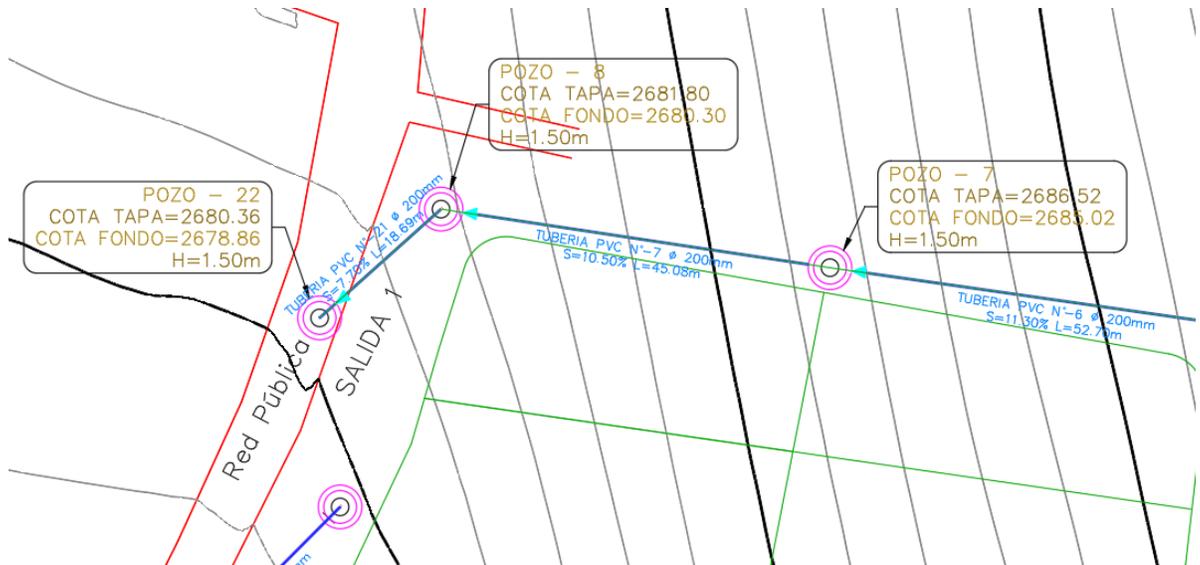


Figura 26 Salida #1
Fuente: Autor

SALIDA 2:

$Q_d = 1.54 \text{ lt/s}$

Como se muestra en la (figura 3.2):

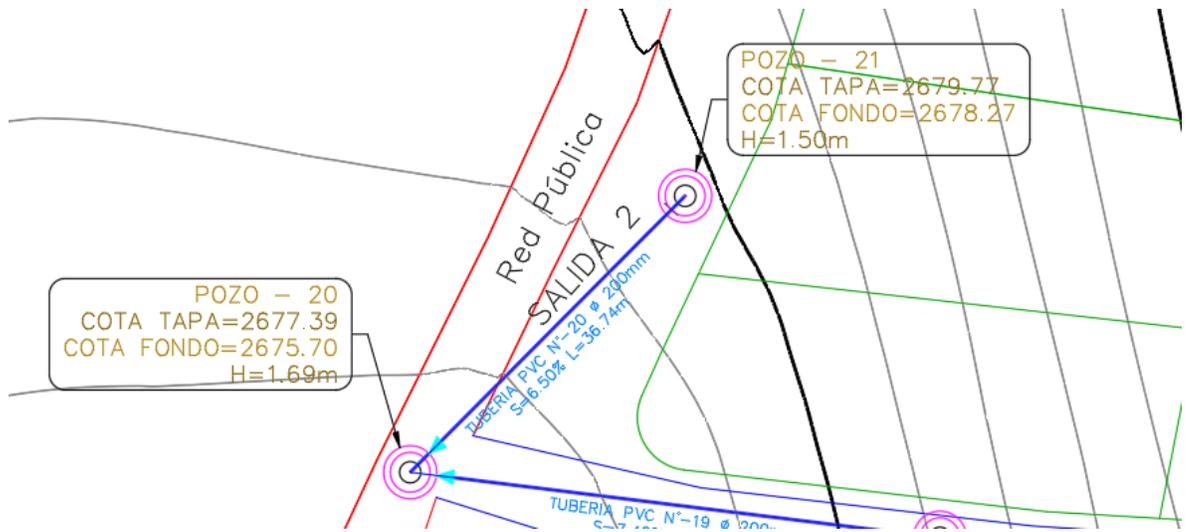


Figura 27 Salida #2
Fuente: Autor

SALIDA 3:

$Q_d = 2.46 \text{ lt/s}$

Como se muestra en la (figura 3.3):

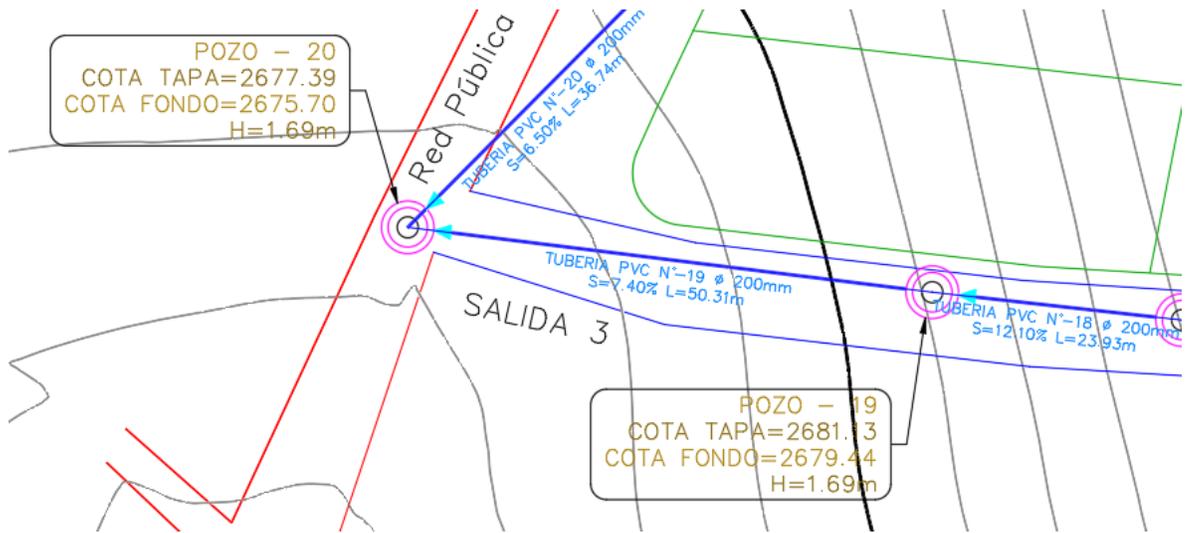


Figura 28 Salida #3
Fuente: Autor

SALIDA 4:

$Q_d = 2.36 \text{ lt/s}$

Como se muestra en la (figura 3.4):

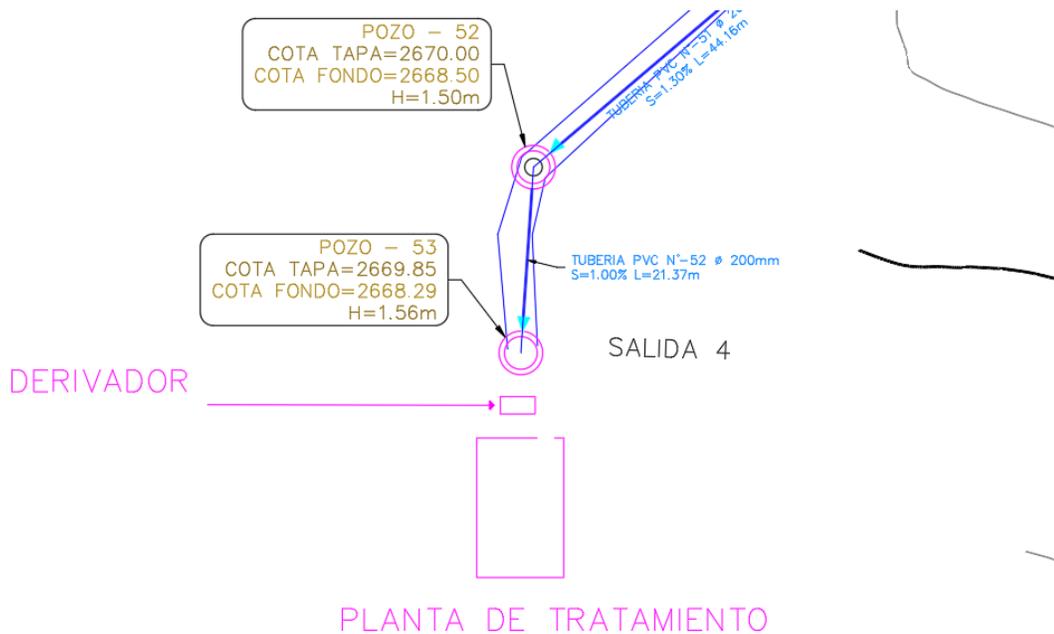


Figura 29 Salida #4
Fuente: Autor

De esta manera, sumando los cuatro nuevos caudales que se empatarán a la red pública de alcantarillado sanitario ya existente, da como resultado un caudal de 8.29 lt/s

El alcantarillado sanitario actual es de PVC de 335 mm, mientras que la nueva red, como se explicó en el numeral 2.5.6 se lo realizó con un diámetro de 0.2m (200mm), cumpliendo con los rangos establecidos de velocidad y pendiente mínima, de tal manera que no existiría inconveniente al momento de realizar el empate de la nueva red hacia la red ya construida.

3.2. Verificación del caudal de ingreso actual a la planta N°1

Para conocer el caudal real sanitario que está llegando actualmente a la planta de tratamiento N° 1 de la comunidad de Sigsipamba, se procedió a aforar dicho caudal en hora pico (07h00). Aquel procedimiento se lo realizó mediante flotadores tomando una distancia de un metro; en el pozo de revisión, se tomó el tiempo que se demoró el flotador en recorrer la distancia analizada.

De esta manera se obtuvo que el tiempo que tarda en recorrer un metro de distancia fue de 2.5 segundos, por lo que, usando la fórmula de velocidad constante, (Ecu. 18):

$$V = \frac{e}{t} \quad \text{(Ecu. 18)}$$

Donde:

V : Velocidad constante [m/s]

e : Espacio recorrido [m]

t : Tiempo transcurrido [s]

Se obtuvo una velocidad de 0.4 m/s.

Teniendo en cuenta que la altura de flujo medida fue de aproximadamente 90mm, y que el diámetro de la tubería existente es de 335mm, se obtuvo un ángulo interno de 125°, como se lo representa en la (figura 3.5):

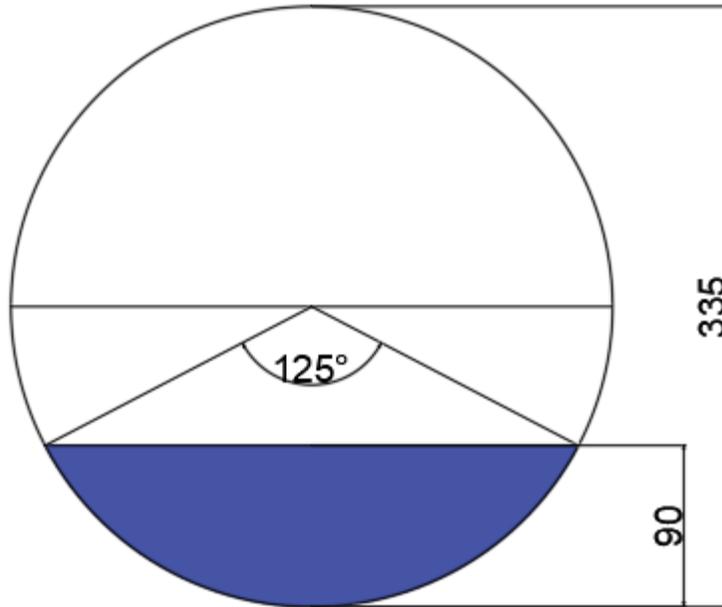


Figura 30 Altura de remanso del caudal existente
Fuente: Autor

Usando la formulación para hallar el área de un sector circular y posteriormente para caudal, se determinó, (Ecu. 19, Ecu. 20 y tabla 3.1):

$$A = r^2 * \left(\frac{\pi * \alpha}{360^\circ} - \frac{\sin \alpha}{2} \right) \quad \text{(Ecu. 19)}$$

(ALEAGA, 2012)

Donde:

A: Área del sector circular [mm^2]

α : Ángulo interno de abertura [$^\circ$]

r: Radio de la tubería existente [mm]

$$Q=v *A \quad \text{(Ecu. 20)}$$

Donde:

Q : Caudal real [m^3/s]

v : Velocidad del flujo en un punto de la tubería [m/s]

A : Área del sector circular de flujo [m^2]

Tabla 3.1 Parámetros de cálculo

CAUDAL REAL - 7:00am	
PVC (mm)	335
r (mm)	167.5
v (m/s)	0.4
h (mm)	90
α	125
A (mm ²)	19113.45
A (m ²)	0.019
Q(m ³ /s)	0.0076
Q(lt/s)	7.65

Fuente: Autor

Una vez aplicadas las formulaciones ya mencionadas a la tubería actual, dio como resultado que el caudal real que llega a la planta de tratamiento N° 1 de la comunidad de Sigsipamba es de 7.65 lt/s. Como se muestra en la (figura 3.6):



Figura 31 Caudal real de ingreso a la planta de tratamiento N° 1

Fuente: Autor

3.3. Comprobación del nuevo caudal a la planta N° 1

En base a los resultados obtenidos en los numerales 3.1 y 3.2, de los diferentes caudales tanto el nuevo, que se da por la realización del proyecto de alcantarillado sanitario para un sector de lotes y para un tramo de vía pública, como el caudal existente que circula por la red actual, sumando todos éstos, se obtuvo que el caudal que llegará a la planta de tratamiento N° 1 será de 15.94 lt/s.

3.4. Informe de aceptación del nuevo caudal a tratar en la planta N° 1

La comunidad de Sigsipamba dispone de dos plantas de tratamiento de aguas residuales y según datos obtenidos de la dirección de obras públicas del cantón Déleg, existen 130 domiciliarias conectadas a la red pública existente, con un promedio de 4 habitantes por casa, lo cual da un total de 520 personas que hacen uso del servicio de alcantarillado. Para

la evaluación de la planta actual, mediante aforar el caudal de ingreso a la planta de tratamiento N° 1 y N° 2, dio como resultado:

- Caudal planta N° 1: 7.65 lt/s (como se mencionó en el numeral 3.2).
- Caudal planta N° 2: 2.39 lt/s, siguiendo las mismas formulaciones del numeral 3.2.

Teniendo en cuenta que el caudal total que generan las 130 domiciliarias conectadas a la red de alcantarillado sanitario de la comunidad es de: 10.04 lt/s, lo que significa que un 76.5% de la población (398 habitantes) hace uso de la planta de tratamiento N° 1 (la que consideramos para nuestro caso), y el 23.5% (122 habitantes) para la planta N° 2.

La dirección de obras públicas facilitó los planos estructurales de la planta de tratamiento N° 1, en los que se detalla las medidas constructivas (Anexo 5).

Para calcular el volumen a tratar, respecto a la primera planta de tratamiento (que es la recomendada por el director de obras públicas del cantón Déleg), se considerará 398 personas, mediante la cual, su proyección futura a 20 años es de 486, más las 159 del diseño nuevo, dando así una población futura total de 645 habitantes que contribuirán para el caudal de llegada a la planta actual que hemos tomado como referencia.

Se calculó el volumen neto a tratar para la planta en base a sus dimensiones dadas en el Anexo 2 y el volumen útil con aquella población futura.

A continuación, se presentan las dimensiones y el volumen actual del tanque construido (V_{utc}). Como se muestra en la (tabla 3.2):

Tabla 2.2 Dimensiones tanque construido

DIMENSIONES TANQUE ACTUAL		
L	12.3	m
B	4.1	m
H	2.3	m
2<L/B<4	3	ok
V_{utc}	115.99	m³

Fuente: Autor

La siguiente formulación (Ecu. 21) y consideraciones fueron tomados de la Norma Brasileña NBR-7229, (EMAAP, 2009) y de la publicación (Giosa, 2002), dando como resultado lo expuesto en la (tabla 3.3 y 3.4):

$$V=1.30*N*(C*T+100*Lf) \quad (\text{Ecu. 21})$$

Donde:

V : Volumen [lt]

N : Población al final de período de diseño

C : Contribución de desechos por persona promedio [lt/hab/día]

T : Período de retención [Días]

Lf : Contribución de lodos frescos [lt/hab/día]

Tabla 3.3 Datos para diseño del volumen útil a tratar

DATOS PARA EL DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR
Población Total	N	hab	486
Contribución de desechos por persona	C	lt/hab/día	60
Período de retención	T	días	1
Contribución de lodos frescos	Lf	lt/hab/día	1

Fuente: Autor

Por lo tanto:

Tabla 3.4 Parámetros para el volumen actual

DATOS – POBLACIÓN ACTUAL		
Nivel de servicio	IIb	
N	486	hab
C	60	lt/hab/día
T	1	días

Lf	1	lt/hab/día
Vu	101.09	m3

Fuente: Autor

Para el valor de C, se considera en base a lo establecido por la (EMAAP, 2009), un coeficiente de retorno de 0,8, que es la fracción de agua de uso doméstico, entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

En base a lo mencionado, se tiene que el volumen de agua residual que están contribuyendo actualmente las 486 personas es de $101.09 m^3$.

Así mismo, en la (tabla 3.5) tenemos:

Tabla 5.5 Parámetros para el volumen futuro

DATOS - POBLACIÓN FUTURA		
Nivel de servicio	Iib	
N	645	hab
C	60	lt/hab/día
T	1	días
Lf	1	l/hab/día
Vu	134.16	m3

Fuente: Autor

Se tiene que el volumen de agua residual que producirán 645 habitantes (población futura total del proyecto) es de $134.16 m^3$, por lo que:

Resultados:

En base a lo especificado anteriormente se tiene que la capacidad real de la planta de tratamiento N° 1 es de $115,99 m^3$, mientras que el volumen a llegar en base a la población futura total, tanto de los habitantes existentes actualmente (proyectada a futuro 20 años), como la población futura adicional del nuevo diseño, es de $134.16 m^3$, por lo que la planta actual no abastecerá el caudal que llegará para dicha proyección.

A continuación, en la (tabla 3.6), se presenta la proyección en intervalos de 5 años para poder conocer hasta cuándo tiene capacidad la planta de tratamiento N° 1.

Tabla 3.6 Proyección en intervalos de 5 años

	5 años	10 años	15 años	20 años
Población actual	418	440	462	486
Población tesis	137	144	151	159
Población total	555	584	613	645
Vu (m^3)	115.44	121.47	127.50	134.16
Vutc (m^3)	115.99			

Fuente: Autor

Conclusión:

Por medio a los diferentes resultados obtenidos en base a las proyecciones del número de habitantes, se tiene que la planta de tratamiento N° 1, podrá ser eficiente hasta un período máximo de 5 años, debido a que como la capacidad de tratar diariamente de aquella planta es de $115.99 m^3$, y el volumen de agua que llegaría diariamente para el primer intervalo de tiempo es de $115.44 m^3$, se muestra que estaría al límite al cabo de ese tiempo. Para el siguiente lapso de tiempo (10 años) el volumen que llegaría es de $121.47 m^3$, lo que significa que la planta de tratamiento N° 1 no soportaría este volumen.

Recomendación:

Se recomienda, en base a los resultados obtenidos, que antes de llegar al año 5 de la proyección, se construya un divisor de caudales que derive un mayor caudal hacia la planta de tratamiento N° 2, que como se vio, apenas el 23.5% del caudal se dirige a ese lugar.

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1. Propósito y necesidad del proyecto

Realizar la evaluación y riesgos que podrán tener lugar debido a la implementación del actual proyecto, así como determinar las medidas necesarias a tomar para mitigar o disminuir cualquier inconveniente que se suscitará al inicio, en el desarrollo y al concluir el trabajo de alcantarillado sanitario.

4.1.2. Impacto ambiental

Se denomina impacto ambiental, aquellos sucesos o actividades que ocasionen alguna alteración ya sea favorable o desfavorable en el medio a analizar o en alguno de sus componentes, por motivo de algún trabajo de ingeniería, plan administrativo o ley dispuesta (CONESA, 1993).

4.2 Características físicas ambientales

En el presente proyecto se pretende realizar una evaluación del medio físico, biótico y socioeconómico de la zona, para conocer los posibles inconvenientes que ocurrirían y cuál sería la mejor manera de corregirlos. La descripción de los tres medios antes ya mencionados, es de vital importancia, debido a que de esta forma se podrá saber que zonas serían más afectadas para lo cual se requeriría de un plan de impacto ambiental junto con sus medidas correctivas.

4.2.1. Medio físico

De acuerdo con la información general obtenida del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Cañar, la mayor cantidad de suelo es dedicado a la agricultura, ganadería y a una producción de auto abastecimiento, así como también se destinan pequeñas áreas para la forestación.

4.2.2. Medio biótico

Flora

Debido a la gran variedad de micro climas que se puede encontrar en la provincia del Cañar, se ha procedido a dividirlos en cuatro regiones, como son:

a. Región húmedo temperado

Aquí podemos encontrar especies como: Arrayán, Quinoa, Bromelias, Chilcas, Galuay, porotillo, Amay, Pumamaqui, Motilón, Sigse, Laurel de cera entre los más importantes.

b. Región páramo húmedo

Se localizan especies del género: stipa ichu, (paja), gentianas sp, chuquiraguas, valeriana, romerillo de páramo, cordoncillo, cacho de venado, musgos, líquenes, zapatitos, verbena, lancetillas de páramo que son las principales.

c. Región húmedo temperado

Gran variedad de especies como: romerillo, acacia, eucalipto, ciprés, pino, pumamaqui, retama, pencos, chilcas.

d. Región seco tropical

En la que se observa, sobre todo: al laurel, cedro, guayacán, balsa, palmito, mango, papaya, aguacatillo, platanero, negrillo, higuerón, amarillo, guaba, caña guadua, caña de azúcar, helechos, achiote, cedro, bijao, palma real, teca, cacao, café, banano, etc.

Fauna

La provincia del Cañar, asimismo, dispone de un gran número de especies de animales en dependencia de la región donde éstas se encuentren:

a. Región Húmedo Temperado

Se puede hallar: quindes (colibrís), carpinteros, pavas de monte, sacha loros, solitario, perdiz, mirlos, chugo, gavián, azulejo, lechuga, búho, gorrión, y entre los mamíferos se encuentra el zorro, conejo, venados, guantas, sacha cuy, raposo, armadillo, culebras, lagartijas, ranas.

b. Región Páramo Húmedo

Se puede visualizar: patillos, truchas, lagartijas, conejos silvestres, raposas, cóndor andino, colibrí soldado, tortolas, gaviotas andinas, insectos, y principalmente alpacas

c. Región Húmedo Templado

Se tiene: Gorriones, palomas, tortolas, mirlos, quindes (colibrí), huirac – churo, golondrinas, chugos, guanchacas.

d. Región seco tropical

Se dispone de una gran variedad de: loros, gallinazos, garzas, canarios, perdíz, guanta, ardillas, tigrillos, boa, loro carirrojo, quillico, tortolas, pájaro brujo, jilgueros, armadillos, insectos, etc.

4.2.3. Medio socioeconómico

Los resultados obtenidos mediante encuestas realizadas a los habitantes de la comunidad de Sigsipamba se encuentran en el numeral 1.4.3.

4.3. Evaluación del impacto ambiental en el sistema de alcantarillado

4.3.1. Bases de diseño

Debido a ciertos impactos ambientales que podrían suscitarse al momento de la realización del proyecto, se utilizará la matriz Causa – Efecto, en los que se podrá notar los principales impactos que podrían tener lugar en las diferentes etapas de la construcción del alcantarillado sanitario para la comunidad de Sigsipamba del cantón Déleg.

4.3.2. Matriz de impactos

Según (CONESA, 2013), en la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental:

“La matriz de impactos, que es de tipo causa-efecto, consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestos en filas los factores medioambientales susceptibles de recibir impactos”.

Se definirán dos clases de relaciones: primero, acciones que serán propensas a producir impacto en la fase de construcción y, segundo, acciones que puedan provocar impactos en la fase de funcionamiento. En algunos casos se podría incluir una tercera llamada: abandono, que tendría lugar si es que las circunstancias conllevarían algún tipo de riesgo severo hacia el medio ambiente del sector a trabajar.

4.3.3. Parámetros de calificación de la matriz de impactos

Signo

El signo en la matriz de impactos hace referencia al tipo beneficioso (+), que implica costos y beneficios aceptables para la comunidad técnica, científica y los pobladores, o perjudicial (-) que es pérdida del valor naturalístico, paisajístico y aspectos contaminantes para el medio.

Intensidad del impacto (I)

Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, éste tendrá una valoración comprendida entre 1 – 16, teniendo en cuenta que 16 expresará una destrucción total del factor en el área que te encuentre y 1 daño leve.

Extensión del impacto (EX)

Se atribuye al área de influencia de impacto en relación al entorno del proyecto, teniendo en cuenta que si se produce una acción puntual tendrá un valor de 1, caso contrario, si la ubicación no es precisa dentro del proyecto, generalizando su influencia, su valor será de 8.

Momento del Impacto (MO)

Es el intervalo de tiempo entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto ambiental, si el efecto es inmediato tendrá una valoración de 4, si se da entre 1 – 3 años, será de 2, si tarda más de tres años, 1.

Persistencia del impacto (PE)

Es el tiempo que el efecto ambiental permanecería a partir de su aparición; si dura menos de un año se lo califica con un valor de 1, de 1 – 3 años, 2, 4 – 10 años, 4, más de 10 años, 8.

Reversibilidad de impacto (RV)

Es la posibilidad de que el medio afectado pueda recobrar sus condiciones iniciales por factores naturales. Si es en un tiempo corto, toma un valor de 1, a mediano plazo, 2, y si es irreversible, 4.

Recuperación del impacto (MC)

Se refiere al hecho de reconstruir total o parcial, el medio afectado a causa de un proyecto o disposición, es decir, retomar las condiciones iniciales a través de la intervención humana, ejecutando medidas correctivas. Si es recuperable de forma instantánea tendrá un valor de 2, a mediano plazo, 4, y si es mitigable – irrecuperable, 8.

Sinergia (SI)

Se atribuye a la manifestación de los efectos provocados por las acciones que actúan sobre el medio a analizar.

Acumulación del impacto (AC)

Se lo entiende como el incremento progresivo del daño que se va a ocasionar al medio, de manera continua o reiterada. Si es de forma rápida se le otorga un valor de 1, si es acumulativa, 4.

Efecto del impacto (EF)

Se refiere puntualmente a la relación causa – efecto, es decir, al daño que se provocará en el medio a tratar, debido a una acción tomada. En el caso de ser un efecto indirecto se lo califica con 1, de ser directo con 4.

Periodicidad (PR)

Se entiende como la regularidad que causa el efecto o daño sobre el medio, ya sea de manera recurrente (efecto periódico), de forma indeterminada (efecto irregular) o constante (efecto continuo).

En la (tabla 4.1), se muestra los parámetros ya mencionados:

Tabla 4.1 Análisis de la clasificación del impacto ambiental

NATURALEZA		INTENSIDAD	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO)	
		(Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Local	2	Mediano plazo	2
Extenso	4	Corto plazo	4
Total	8	Inmediato	4
Crítico	(+4)	Crítico	(+4)
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
(Persistencia del efecto)			
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)	
(Regularidad de la manifestación)		(Incremento progresivo)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	

Indirecto (secundario)	1	(Regularidad de la manifestación)	1
Directo	4	Irregular	2
		Periódico	4
		Continuo	
RECUPERABILIDAD (MC)			
(Reconstrucción por medios humanos)			
Recuperable de manera inmediata			1
Recuperable a mediano plazo			2
Mitigable			4
Irrecuperable			8

Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, VICENTE CONESA

4.4. Análisis de la importancia del impacto

La importancia del impacto se da debido a una calificación cualitativa y cuantitativa del efecto o daño que se produciría en el medio en el que se pretende trabajar, de tal manera que éste impacto en el ecosistema se lo califica con valores comprendidos entre 0 – 100 puntos, por medio de la siguiente ecuación (Ecu. 22), expresada por (CONESA, 2013):

$$IM = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad (\text{Ecu. 22})$$

- Aquellos impactos de importancia comprendidos entre 0 – 25, se los puede determinar como de baja intensidad o compatibles, que podrán ser reversibles en un tiempo corto.
- Los impactos que se encuentren entre 26 – 50, se los llama moderados, es decir, de intensidad media o alta, y que se los puede recuperar en un plazo medio.
- Para los valores de impacto que fluctúen entre 51 – 75, se los denomina de impacto crítico, que son de alta intensidad o muy alta, y reversibles en mediano plazo.
- Finalmente, cuando se encuentren entre 76 – 100 puntos, proceden a ser severos, cuya intensidad es muy alta o total, teniendo una duración de más de 10 años, considerándose irreversibles.

4.5. Factores a evaluar

4.5.1. Fase de construcción

En la (tabla 4.2) tenemos los siguientes factores:

Tabla 4.2 Factores ambientales en la fase construcción

FASE	MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	CONSECUENCIAS AMBIENTALES
CONSTRUCCIÓN	FISICO	Aire	Ruido ocasionado por maquinarias Presencia de polvo por excavaciones
		Suelo	Sedimentación y erosión por trabajos
		Agua	Cortes temporales del servicio Aguas subterráneas levemente afectadas
	BIÓTICO	Flora	Remoción de capa vegetal
		Fauna	Migración de ciertas especies
	SOCIOECONOMICO	Residentes	Aumento de plazas de trabajo Obstrucciones en pasos peatonales Posibles enfermedades respiratorias
		Vialidad y transporte	Redireccionamiento del flujo vehicular Daños en vías aledañas Difícil acceso a los parqueaderos de los hogares

Fuente: Autor

4.5.2. Fase de operación y mantenimiento

En la (tabla 4.3) tenemos los siguientes factores:

Tabla 4.3 Factores ambientales en la fase de operación y mantenimiento

FASE	MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	CONSECUENCIAS AMBIENTALES
O P		Aire	Olores residuales

	FÍSICO	Suelo	Remoción de tierras para soluciones de rupturas
		Agua	Posible mezcla de agua residual con subterránea, por ruptura de tuberías
	SOCIOECONOMICOS	Residentes	Molestias por obstrucción del trafico Ruidos por maquinaria Mejora la calidad de vida de sus usuarios
		Vialidad y transporte	Cierre de ciertas calles Complicaciones en el acceso a sus viviendas Posibles accidentes de parte de obreros

Fuente: Autor

En la (tabla 4.4) tenemos la matriz causa – efecto:

Tabla 4.4 Matriz causa - efecto

FASE	MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	CONSECUENCIAS	CALIFICACION DE CONSECUENCIAS AMBIENTALES										CALIFICACIÓN	IMPORTANCIA	
				S	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR			MC
CONSTRUCCIÓN	FÍSICO	Aire	-Ruido ocasionado por maquinarias	-	4	2	2	2	1	2	1	1	1	1	-27	MODERADO
			-Presencia de polvo por excavaciones	-	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	-20	COMPATIBLE
		Suelo	-Sedimentación y erosión por trabajos	-	4	2	2	2	1	4	1	4	4	2	-36	MODERADO
			Agua	-Cortes temporales del servicio	-	1	1	4	2	1	2	1	1	1	1	-18
	-Aguas subterráneas afectadas	-		2	2	4	2	1	2	1	1	1	1	-23	COMPATIBLE	
	BIÓTICO	Flora	-Remoción de capa vegetal	-	4	2	2	2	1	2	1	4	4	2	-34	MODERADO
		Fauna	-Migración de ciertas especies	-	2	2	4	2	2	4	1	4	1	2	-30	MODERADO
	SOCIOECONÓMICO	Residentes	-Aumento de plazas de trabajo	+	4	2	4	2	2	2	1	4	4	2	37	MODERADO
			-Obstrucciones en pasos peatonales	-	4	2	4	2	2	2	1	4	4	2	-37	MODERADO
			-Posibles enfermedades respiratorias	-	4	2	2	2	1	2	1	1	1	1	-27	MODERADO
Vialidad y transporte		-Redireccionamiento del flujo vehicular	-	2	1	4	2	1	2	1	1	2	1	-22	COMPATIBLE	
		-Daños en vías aledañas	-	1	1	4	2	1	2	1	1	1	1	-18	COMPATIBLE	
-Difícil acceso a los parqueaderos de los hogares	-		4	2	4	2	1	2	1	1	2	1	-30	MODERADO		

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FÍSICO	Aire	-Olores residuales	-	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-17	COMPATIBLE	
		Suelo	-Remoción de tierras para soluciones de rupturas	-	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-14	COMPATIBLE
		Agua	-Posible mezcla de agua residual con subterránea, por ruptura de tuberías	-	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	-15	COMPATIBLE
	SOCIOECONOMICOS	Residentes	-Molestias por obstrucción del trafico	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	COMPATIBLE
			-Ruidos por maquinaria	-	4	2	4	2	1	2	1	4	1	1	1	-32	MODERADO
			-Mejora la calidad de vida de sus usuarios	+	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	84	SEVERO
Vialidad y transporte	-Cierre de ciertas calles	-	2	1	4	2	1	2	1	4	1	1	1	-24	COMPATIBLE		
	-Complicaciones en el acceso a sus viviendas	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	-16	COMPATIBLE		
	-Posibles accidentes de parte de obreros	-	1	1	4	1	1	2	1	4	1	1	1	-20	COMPATIBLE		

Fuente: Autor

4.5.3. Interpretación de la matriz causa - efecto

Mediante la elaboración de la matriz causa – efecto, se pudo dar a conocer los impactos ambientales que ocasionará la elaboración del proyecto de alcantarillado sanitario, en sus dos fases: construcción y de operación y mantenimiento. Así mismo se evidencia que los resultados de las diferentes calificaciones que se obtuvo en cada uno de los procesos, dieron como resultado que no habrá mayor inconveniente debido a que los impactos se encuentran dentro de los rangos: compatible y moderado, a excepción de uno que se obtuvo de grado severo, pero no es un problema ya que es un ítem de mejora de la calidad de vida.

CAPITULO 5

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1. Presupuesto

El presupuesto es el valor estimado procedente del proyecto a ejecutar, en los que se detallan cada uno de los diferentes costos de los procesos que conllevará realizarlos, conjuntamente con el análisis de precios unitarios y las respectivas cantidades de obras necesarias para conseguir dicho valor.

5.2. Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios se define como el costo que se obtiene por realizar una actividad por una unidad de medida que se haya tomado para cada rubro, y éstos se subdividen en:

- Costos Directos
- Costos Indirectos

5.2.1. Costos directos

Los costos directos son aquellos costos que se dan por incurrir directamente en la elaboración, en este caso, del proyecto, como son los siguientes:

- Equipo y herramienta
- Materiales
- Transporte
- Mano de obra

5.2.2. Costos indirectos

Los costos indirectos son costos que, aunque no se hallasen involucrados directamente en la realización del proyecto, son necesarios para poder conseguir culminarlos. Son los siguientes:

- Costos administrativos
- Costos financieros
- Costos comerciales

Para el presente proyecto se decidió asumir un valor de costos indirectos de un 20% del total de costos directos.

Para elaborar referencia presupuestaria, se consideró los valores de los salarios de mano de obra de la Contraloría General del Estado 2019, y una base de precios unitarios mediante una licencia facilitada para el programa INTERPRO, por parte del Director de Obras Públicas del GAD del cantón Déleg, Ing. Jaime Ortiz.

El análisis de precios unitarios se detalla en el Anexo 3.

5.3. Presupuesto referencial

En la (tabla 5.1) tenemos el desarrollo del presupuesto:

Tabla 5.1 Presupuesto

PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		SISTEMA DE ALCANTARILLADO				168.885,09
1.001		OBRA CIVIL				107.251,82
1.001.001	501010	Replanteo y nivelación lineal	m	2.166,28	0,58	1.256,44
1.001.002	503094	Retiro y destroncamiento de árbol con motosierra, incluye retroexcavadora	u	4,00	133,52	534,08
1.001.003	504004	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	1.264,44	3,58	4.526,70
1.001.004	504005	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	541,90	3,82	2.070,06
1.001.005	504007	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material conglomerado, cuchara 40 cm	m3	1.083,80	4,93	5.343,13
1.001.006	504008	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material conglomerado, cuchara 40 cm	m3	361,27	5,82	2.102,59
1.001.007	504006	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material alta consolidación, cuchara 40 cm	m3	216,76	17,86	3.871,33
1.001.008	504035	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material alta consolidación, cuchara 40 cm	m3	144,51	21,56	3.115,64
1.001.009	504021	Excavación manual material conglomerado (0.3m)	m3	195,46	16,96	3.315,02
1.001.010	504017	Abatimiento del nivel freático	hora	240,00	7,40	1.776,00
1.001.011	505029	Preparación de fondo de zanjas para colocación de tubería (incluye material granular)	m2	1.949,65	4,40	8.578,46
1.001.012	504019	Entibado discontinuo	m2	560,40	12,02	6.736,01
1.001.013	506020	Cargado de material con máquina.	m3	3.070,77	1,36	4.176,25
1.001.014	506001	Cargado de material manualmente	m3	541,90	4,70	2.546,93
1.001.015	506004	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	2.817,89	2,21	6.227,54
1.001.016	506005	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	18.785,91	0,26	4.884,34
1.001.017	505017	Relleno compactado con material de sitio	m3	1.949,54	7,72	15.050,45
1.001.018	505025	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano	m3	1.595,08	21,34	34.039,01
1.001.019	522061	Catastro de alcantarillado aprobado por el Municipio	Km	2,17	192,10	416,86
1.002		SUMINISTRO E INSTALACIONES				47.008,60
1.002.001	515052	Tubería PVC para alcantarillado U/E D=200mm serie 5, tipo B, suministro e instalación	ml	2.209,61	12,00	26.515,27
1.002.002	520036	Pozo de revisión prefabricado h = 1.5 a 2 m, incluye tapa, cerco y/o brocal	u	51,00	401,83	20.493,33

5.4. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas del proyecto se dan a conocer en el Anexo 4.

Dichas especificaciones se basaron de dos fuentes:

- (MOYANO, 2016)
- (MOP, 2002)

CONCLUSIONES

- En base a las diferentes encuestas que se realizaron se obtuvieron datos socio económicos de la comunidad de Sigsipamba, para tener en consideración el nivel de vida que llevan y el número de personas que habitan en cada casa, y de esta manera efectuar un correcto diseño de la red de alcantarillado.
- Una vez analizado los datos obtenidos de las encuestas, se procedió al diseño de los distintos ramales de alcantarillado con una longitud aproximada de 2 km y beneficiando a 33 familias, siguiendo los criterios emitidos por la SENAGUA, CPE-INEN-005-9-2, CPE-INEN-005-1, Dirección de obras públicas del municipio del cantón Déleg, entre otros autores.
- Se pudo notar que el 76.5% del caudal va dirigido hacia la planta de tratamiento N° 1 y el 23.5% hacia la planta N° 2, en base a lo dispuesto en el capítulo 3, la planta que tomamos como referencia (planta N° 1), podrá estar en funcionamiento máximo en un lapso de tiempo de cinco años más.
- Luego de realizar el análisis y diseño de la nueva red de alcantarillado sanitario, se elaboró la tabla presupuestaria con cantidades de obra y precios unitarios de cada uno de los distintos rubros.
- Finalmente, se realizaron las respectivas especificaciones técnicas de cada uno de los rubros a utilizar que permitirán la correcta ejecución del proyecto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer una ampliación de la planta N° 1 para no tener dificultades luego de los 5 años de funcionamiento, o derivar hacia la planta N° 2 parte del caudal que llegaría por la red de alcantarillado, previo una evaluación de la misma.
- Se recomienda que, al momento de construir el proyecto, se rijan al diseño.
- Como gran parte de la red de alcantarillado se encuentra bajo calles de tierra, es recomendable realizar una limpieza rutinaria de al menos dos veces al año, en lo que respecta a pozos de revisión.
- Dialogar con la gente donde se realizará el proyecto, para que cualquier conexión adicional que se pretenda hacer, sea debidamente consultada en el municipio en la dirección de obras públicas.
- De la misma manera ejecutar mantenimientos periódicos en la planta de tratamiento, al menos una vez por año.
- Tener en cuenta que, en lo posible, disminuir el impacto ambiental que producirá la realización del presente proyecto en la comunidad sobre su fauna y flora.

BIBLIOGRAFÍA:

- BARBOSA, L. M. (2015). “*Procesos sanitarios*”. Cúcuta – Colombia. Obtenido de <https://es.slideshare.net/jhoelvanegas7/alcantarillado-sanitario>. en mayo 2019.
- BOGOTÁ, A. M. (2013). “*Guía metodológica para la evaluación de aspectos e impactos ambientales*”. F—GM-BS 52. Secretaría de Integración Social. Bogotá. Obtenido de [http://intranetsdis.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/3.4_proc_administracion_gestion_bienes_servicios/\(08052013\)guia_final.pdf](http://intranetsdis.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/3.4_proc_administracion_gestion_bienes_servicios/(08052013)guia_final.pdf). en marzo 2019.
- CAÑAR, G. P. (2011). “*Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia del cañar*”. Ecuador. Obtenido de http://www.gobiernodelcanar.gob.ec/public_html/paginas/informacion-general.63. en marzo.
- CITALÁN, L. (2014). “*Componentes de un Sistema de Alcantarillado*”. Obtenido de <https://prezi.com/t4duu1ub4o3y/componentes-de-un-sistemas-de-alcantarillado/>. en abril 2019.
- CONESA, V. (1993). “*Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*”. (Ed. 2da). MUNDI – PRENSA. Madrid. Obtenido de http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf. en marzo 2019.
- CPE-INEN-005-1. (1992). “*Código Ecuatoriano de la construcción (C.E.C). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1 000 habitantes*”. Ecuador. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.1.1992>. en abril 2019.
- CPE-INEN-005-9-2. (1997). “*Código Ecuatoriano de la construcción. (C.E.C) diseño de instalaciones sanitarias: Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*”. Ecuador. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.2.1997>. en abril 2019.
- EMAAP-Q. (2009). “*Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q. Empresa metropolitana de alcantarillado y agua potable*”. (Ed. 1ra). Ecuador. Obtenido de http://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf. en mayo 2019.
- GIOSA, P. (2002). “*Tratamiento y disposición de desagües - Cámaras Sépticas*”. Cátedra de Acondicionamiento Sanitario. Obtenido de <https://about-haus.com/wp-content/uploads/2017/02/FOSAS-SEPTICAS.pdf>. en abril 2019.

- HAESTAD. (2012). “*Computer applications in hydraulic engineering 5th edition*”. Obtenido de <https://es.slideshare.net/cosmeacr/coeficientes-de-rugosidad-haestad>. en mayo 2019.
- MOORE-SA. (1997). “*Relaciones hidráulicas tubería parcialmente llena*”. México. Obtenido de <https://vdocuments.mx/relaciones-hidraulicas-tuberia-parcialmente-llena.html>. en mayo 2019.
- MOP. (2002). “*Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*”. 001-F 2002. Ecuador. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-gcontent/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf. en mayo 2019.
- MOYANO. (2016). “*Rediseño, ampliación de la red alcantarillado de sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales para el centro parroquial de Tayuza, provincia de Morona Santiago*”. Ecuador. Universidad del Azuay. en mayo 2019.
- NB688. (2001). “*Instalaciones sanitarias - alcantarillado pluvial, sanitario y tratamiento de aguas residuales*”. Bolivia. Obtenido de <https://es.ircwash.org/resources/norma-boliviana-nb-688-instalaciones-sanitarias-alcantarillado-pluvial-sanitario-y>. en abril 2019.
- NBR-7229. (1993). “*Proyecto, construcción y operaciones de sistemas de tanques sépticos*”. (CB-02). (CE-02:009.07). Rio de Janeiro. Obtenido de <http://www.ct.ufpb.br/~elis/SaneamentoAmbiental/ABNTNBR7229.pdf>. en mayo 2019.
- PESÁNTEZ. F. (2011). “*Diseños Definitivos para el Sistema de Alcantarillado Sanitario para varios sectores del Cantón Déleg*”. Consultoría. en mayo 2019.
- PLASTIGAMA. (2019). “*Línea dorada y cuatritubo*”. Ecuador. Obtenido de <http://plastigama.com/producto/linea-dorada/>. en marzo 2019.
- PLASTIGAMA. (2019). “*Sanitaria premium*”. Ecuador. Obtenido de <http://plastigama.com/producto/sanitaria/>. en abril 2019.
- RIVAL. (2018). “*Tuberías PVC para desagüe*”. Ecuador. Obtenido de http://plasticosrival.com/files/products/pvc/catalogues/PR_PVC_DesagueVentilacion.pdf. en marzo 2019.
- SENAGUA, N. C.-6. (2014). “*Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*”. (CO 10.7–602). Ecuador. Obtenido de https://www.academia.edu/27868214/NORMA_DE_DISEÑO_PARA_SISTEMAS_DE_ABASTECIMIENTO_DE_AGUA_POTABLE_DISPOSICIÓN

%93N_DE_EXCRETAS_Y_RESIDUOS_L%C3%8DQUIDOS_EN_EL_%C3%81REA_RURAL. en mayo 2019.

SIAPA. (2014). “*Lineamientos técnicos para factibilidades, CAP. 2 Sistemas de agua potable*”. México. Obtenido de https://www.academia.edu/24068147/Lineamientos_T%C3%A9cnicos_para_Factibilidades_SIAPA_CAP._2_SISTEMAS_DE_AGUA_POTABLE_Febrero_2014_Hoja_1_de_47. en marzo 2019.

VAXASOFTWARE. (2007). “*Área, perímetro y volumen de figuras del plano y del espacio*”. Obtenido de http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/mat/figu2d3d.pdf. en mayo 2019.

ANEXOS