



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

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

**Diseño de redes de alcantarillado sanitario y evaluación del
sistema de tratamiento de aguas residuales existente de la
comunidad de Tasqui, parroquia San Sebastián de Sígsig,
cantón Sígsig, provincia del Azuay**

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

Autores:

**FREDDY JESÚS MUÑOZ MUÑOZ
CRISTHIAN MAURICIO ULLOA TORRES**

Directora:

MARÍA BELÉN ARÉVALO DURAZNO

CUENCA – ECUADOR

2017

DEDICATORIA

A mis padres Freddy Manolo y María Magdalena, por su confianza, amor, paciencia por todos los consejos y enseñanzas que me dieron a lo largo de mi vida universitaria guiando mi camino, ayudándome a superarme y cumplir mis metas.

A mi hermano Harry Antonio por su apoyo y compañía en todo momento; a toda mi familia y amigos, compañeros que siempre me apoyaron y motivaron a ser mejor cada día.

Freddy Muñoz Muñoz.

Dedico este trabajo a mi madre Ruth Marlene por confiar en mí incondicionalmente, por el amor que me ha entregado, por sembrar en mí el deseo de superación y por las enseñanzas que me ha brindado a lo largo de toda mi carrera y mi vida; a mi hermano Edgar Isaac por la motivación y la compañía constante durante mi vida universitaria y; a mis tías y abuelos por el inmenso cariño y apoyo para conseguir este logro.

Cristhian Mauricio Ulloa Torres.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios que nos ha permitido cumplir esta meta, por la sabiduría y fortaleza puesta en nosotros para que este sueño se haga realidad.

A nuestros familiares, profesores y compañeros por las instrucciones y la ayuda brindada.

A la Ingeniera Belén Arévalo, nuestra directora de tesis, quien aportó sus conocimientos para el logro de este presente trabajo.

De manera especial al Ingeniero Josué Larriva que nos ha guiado y apoyado durante toda la realización del trabajo de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | x |
| RESUMEN..... | xi |
| ABSTRACT..... | xii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| CAPÍTULO 1: RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN..... | 4 |
| | |
| 1.1 Descripción general de la zona | 4 |
| 1.1.1 Ubicación geográfica | 7 |
| 1.1.2 Vías de acceso | 8 |
| 1.1.3 Clima..... | 10 |
| 1.1.4 Uso y cobertura del suelo..... | 11 |
| 1.1.5 Geología | 12 |
| 1.1.6 Hidrología | 14 |
| 1.1.7 Topografía..... | 15 |
| 1.1.8 Áreas naturales protegidas | 16 |
| 1.1.9 Precipitación..... | 17 |
| 1.1.10 Aspectos demográficos | 18 |
| 1.1.11 Enfermedades | 22 |

1.1.12 Servicios existentes 23

CAPITULO 2: PARAMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO..... 30

2.1 Tipo de sistema..... 30

2.2 Periodo de diseño 31

2.3 Áreas de aportación 31

2.4 Dotación 31

2.5 Caudales de diseño 33

 2.5.1 Caudal máximo horario..... 33

 2.5.2 Caudal por infiltración 35

 2.5.3 Caudal por conexiones erradas..... 35

2.6 Profundidades y ubicación de las tuberías..... 35

2.7 Velocidades y rugosidad 36

2.8 Análisis poblacional 37

 2.8.1 Población futura 38

2.9 Densidad poblacional 40

2.10 Hidráulica de sistemas de alcantarillado..... 41

 2.10.1 Estimación del coeficiente de resistencia “C” 41

 2.10.2 Relación: Calado de agua / Diámetro de la tubería..... 42

2.11 Flujo en tuberías a sección llena 42

2.12 Flujo en tuberías a sección parcialmente llena 43

CAPITULO 3: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO 50

3.1 Obras complementarias: 50

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1.1 | Pozos de revisión: | 50 |
| 3.1.2 | Conexiones domiciliarias: | 51 |
| 3.2 | Descripción de la red | 51 |
| 3.3 | Manual de operación y mantenimiento | 55 |
| 3.3.1 | Objetivo..... | 55 |
| 3.3.2 | Alcance..... | 55 |
| 3.3.3 | Requisitos básicos | 55 |
| 3.3.4 | Identificación de problemas | 56 |
| 3.3.5 | Operación de las redes de alcantarillado | 56 |
| 3.3.6 | Mantenimiento de las redes de alcantarillado | 58 |

CAPITULO 4: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EXISTENTE 62

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Generalidades | 62 |
| 4.1.1 | Aguas residuales..... | 62 |
| 4.2 | Caracterización de las aguas residuales..... | 62 |
| 4.3 | Alternativa para el tratamiento de las aguas residuales de la comunidad de Tasqui..... | 65 |
| 4.4 | Características de la alternativa Fosa septicas y Filtros anaerobios | 66 |
| 4.5 | Comportamiento de la alternativa para el tratamiento con la incorporación de la nueva red de alcantarillado..... | 69 |

CAPITULO 5: PRESUPUESTO DEL PROYECTO 71

| | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 5.1 | Análisis de precios unitarios..... | 71 |
| 5.2 | Presupuesto..... | 71 |

| | | |
|--|--------------------------------------|-----------|
| 5.3 | Fórmula de reajuste de precios | 74 |
| 5.4 | Cronograma de obra | 76 |
| 5.5 | Especificaciones técnicas | 76 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 93 |
| BIBLIOGRAFIA..... | | 95 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1. Límites del cantón Sígsig..... | 5 |
| Figura 1.2. Parroquias del cantón Sígsig..... | 7 |
| Figura 1.3. Ubicación de la comunidad de Tasqui..... | 8 |
| Figura 1.4. Vías de acceso a la comunidad de Tasqui | 9 |
| Figura 1.5. Mapa de temperaturas..... | 10 |
| Figura 1.6. Uso y cobertura de suelo..... | 12 |
| Figura 1.7. Litología de la parroquia Sígsig..... | 13 |
| Figura 1.8. Microcuencas hidrográficas..... | 14 |
| Figura 1.9. Mapa de Pendientes | 16 |
| Figura 1.10. Zonas de precipitación..... | 18 |
| Figura 1.11. Nivel de Instrucción de la parroquia Sígsig..... | 22 |
| Figura 1.12. Abastecimiento de agua en la comunidad de Tasqui..... | 25 |
| Figura 1.13. Energía eléctrica en la comunidad de Tasqui | 25 |
| Figura 1.14. Evacuación de aguas servidas en la comunidad de Tasqui | 26 |
| Figura 1.15. Tipo de trabajo de los jefes de hogar en la comunidad de Tasqui..... | 27 |
| Figura 1.16. Nivel de instrucción de los jefes de hogar en la comunidad de Tasqui. | 27 |
| Figura 1.17. Población niños-adultos en la comunidad de Tasqui..... | 28 |
| Figura 1.18. Población que está de acuerdo con el proyecto de alcantarillado..... | 29 |
| Figura 1.19. Población que está dispuesta a pagar por el proyecto de alcantarillado. | 29 |
| Figura 2.1. Grafico de proyección poblacional | 40 |
| Figura 2.2. Flujo de agua a seccion parcialmente llena | 44 |
| Figura 3.1. Redes de alcantarillado principal (naranja) y condominial (amarillo) | 53 |
| Figura 4.1. Planta de tratamiento vista en planta. | 68 |
| Figura 4.2. Planta de tratamiento vista en perfil. | 69 |
| Figura 5.1. Grafica del cronograma valorado de trabajos | 76 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.1. Rangos de pendientes..... | 15 |
| Tabla 1.2. Crecimiento intercensal de la parroquia Sígsig | 19 |
| Tabla 1.3. Proyección poblacional al año 2020 en la parroquia Sígsig | 19 |
| Tabla 1.4. Densidad poblacional estimada por comunidad en la parroquia Sígsig.... | 20 |
| Tabla 1.5. Eliminación de la basura en la parroquia Sígsig | 23 |
| Tabla 1.6. Acceso a la energía eléctrica | 24 |
| Tabla 2.1. Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos. | 31 |
| Tabla 2.2. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio. | 32 |
| Tabla 2.3. Distancia máxima entre pozos | 36 |
| Tabla 2.4. Velocidades y rugosidad según el material a utilizar..... | 37 |
| Tabla 2.5. Formulas para la proyección de la población futura..... | 38 |
| Tabla 2.6. Tasas de crecimiento poblacional | 39 |
| Tabla 2.7. Resumen de la proyección de población de la comunidad de Tasqui..... | 39 |
| Tabla 2.8. Fórmulas para determinar el coeficiente “C “de Chezy:..... | 41 |
| Tabla 2.9. Relaciones para coeficientes de rugosidad constantes..... | 45 |
| Tabla 2.10. Propiedades hidráulicas..... | 47 |
| Tabla 3.1. Diámetro de pozos según diámetro de tubería | 51 |
| Tabla 3.2. Parámetros y criterios de diseño | 52 |
| Tabla 4.1. Parámetros y criterios de diseño. | 63 |
| Tabla 4.2. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce | 64 |
| Tabla 5.1. Presupuesto del proyecto | 71 |

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuestas realizadas en las comunidad de Tasqui.

Anexo 2: Cálculos del sistema de alcantarillado sanitario.

Anexo 3: Planos de perfil y planta del sistema de alcantarillado sanitario.

Anexo 4: Caracterización de aguas residuales.

Anexo 5: Cálculos de comprobación de la planta de tratamiento.

Anexo 6: Análisis de precios unitarios

Anexo 7: Cronograma valorado

Anexo 8: Gráfica de inversión

**“DISEÑO DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EXISTENTE DE LA COMUNIDAD DE TASQUI,
PARROQUIA SAN SEBASTIÁN DE SÍGSIG, CANTÓN SÍGSIG, PROVINCIA
DEL AZUAY”.**

RESUMEN

El presente proyecto consiste en realizar el diseño de las redes de alcantarillado sanitario, así como su presupuesto para la comunidad de Tasqui perteneciente a la parroquia San Sebastián de Sígsig en el cantón Sígsig, provincia del Azuay, para dar lugar a su construcción en el futuro. El diseño de las redes de alcantarillado en esta zona se debe a que esta comunidad no posee un sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales, lo que ocasiona la propagación de enfermedades y la contaminación del suelo y fuentes hídricas afectando la calidad de vida de los habitantes como también el desarrollo de la comunidad.

Palabras Clave: Alcantarillado, aguas residuales, sistema, tratamiento, colector, pozos.



Ing. María Belén Arévalo Durazno
Directora del Trabajo de Titulación



Ing. José Fernando Vázquez Calero
Director de Escuela



Freddy Jesús Muñoz Muñoz



Cristhian Mauricio Ulloa Torres

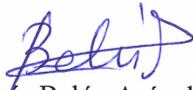
Autores

**DESIGN OF SANITARY SEWERAGE NETWORK AND
EVALUATION OF THE EXISTING WASTEWATER TREATMENT
SYSTEM IN THE COMMUNITY OF *TASQUI, SAN SEBASTIAN,*
SIGSIG PARISH, CANTON OF *SIGSIG*, PROVINCE OF AZUAY**

ABSTRACT

This project dealt with the design of a sanitary sewerage network, and the corresponding budget for its future construction in the community of *Tasqui, San Sebastián de Sígsig* parish, in the canton of Sígsig, province of Azuay. The reason to develop this design of sewerage network in this area is that this community does not have a wastewater collection and treatment system. This situation causes the spread of diseases and the contamination of soil and water sources, affecting the quality of life of its inhabitants and the development of the community.

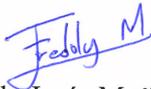
Keywords: sewerage, wastewater, system, treatment, collector, wells.



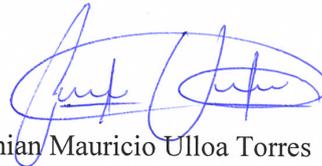
Ing. María Belén Arévalo Durazno
Thesis Director



Ing. José Fernando Vázquez Calero
School Director

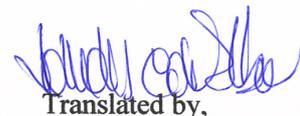


Freddy Jesús Muñoz Muñoz



Cristhian Mauricio Ulloa Torres

Authors



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Muñoz Muñoz Freddy

Ulloa Torres Cristhian Mauricio

Trabajo de Graduación

Ing. María Belén Arévalo Durazno

Noviembre, 2017

**DISEÑO DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EXISTENTE DE LA COMUNIDAD DE TASQUI,
PARROQUIA SAN SEBASTIÁN DE SÍGSIG, CANTÓN SÍGSIG,
PROVINCIA DEL AZUAY**

INTRODUCCIÓN

Para garantizar un buen sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales y con el fin de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las diferentes comunidades y aportar al desarrollo de las mismas, dentro del marco del convenio entre el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Sígsig y la Universidad del Azuay, se plantea realizar el estudio para el diseño de un sistema de redes de alcantarillado sanitario y la evaluación del diseño de la planta de tratamiento existente para la comunidad de Tasqui de la parroquia San Sebastián de Sígsig, Cantón Sígsig, Provincia del Azuay.

Antecedentes

La comunidad de Tasqui de la parroquia San Sebastián de Sígsig, Cantón Sígsig, Provincia del Azuay, carece de la infraestructura adecuada para la evacuación de aguas residuales, su depuración y disposición final. Este hecho representa un riesgo importante de contaminación al medio ambiente y afecciones a la salud de los habitantes.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Sígsg, preocupado por la dotación de servicios básicos a la población de la comunidad de Tasqui, a través del convenio con la Universidad del Azuay asignó el tema “Diseño de redes de alcantarillado sanitario y evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales existente de la comunidad de Tasqui, parroquia San Sebastián de Sígsg, cantón Sígsg, provincia del Azuay” para ser desarrollado como un trabajo de graduación.

Justificación

El estudio se justifica directamente ya que en la actualidad la comunidad de Tasqui no cuenta con un sistema óptimo para la evacuación de aguas residuales, ni tampoco con ningún sistema de depuración y disposición final; esto afecta en gran magnitud a la calidad de vida, viéndose reflejada en el medio ambiente y en la población mediante la contaminación del aire, suelo y fuentes hídricas; y las posibles enfermedades que afectan a los habitantes de la comunidad en estudio.

Por lo tanto, en busca de mejorar las condiciones de vida y dotar de servicios básicos para el desarrollo de la comunidad, es pertinente proceder con la ejecución del diseño de las redes de alcantarillado sanitario y la evaluación del diseño existente de la planta de tratamiento para la comunidad de Tasqui.

Objetivos

Objetivo general

Realizar el diseño, planos, especificaciones técnicas y presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario y evaluar el diseño existente del sistema de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Tasqui.

Objetivos específicos

- Realizar la recopilación y procesamiento de la información de campo necesaria para el diseño, correspondiente a topografía, encuestas y datos existentes de la zona.
- Revisar la normativa existente y establecer los parámetros de diseño.

- Diseñar los elementos de las redes de alcantarillado sanitario.
- Evaluar el diseño existente del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Elaborar un presupuesto de las redes de alcantarillado sanitario.

CAPÍTULO 1

RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

1.1 Descripción general de la zona

La comunidad de Tasqui, lugar donde se desarrollará el proyecto de diseño de redes de alcantarillado y evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales existente, se encuentra en la parte rural del cantón Sígsig y pertenece a la parroquia San Sebastián del Sígsig.

El cantón Sígsig se localiza al sureste de la provincia del Azuay y está limitado por (Figura 1.1):

- Al norte con los cantones Chordeleg y Gualaceo
- Al sur con los cantones de Gualaquiza y Nabón
- Al este con el cantón Gualaquiza
- Al oeste con los cantones Girón y Cuenca

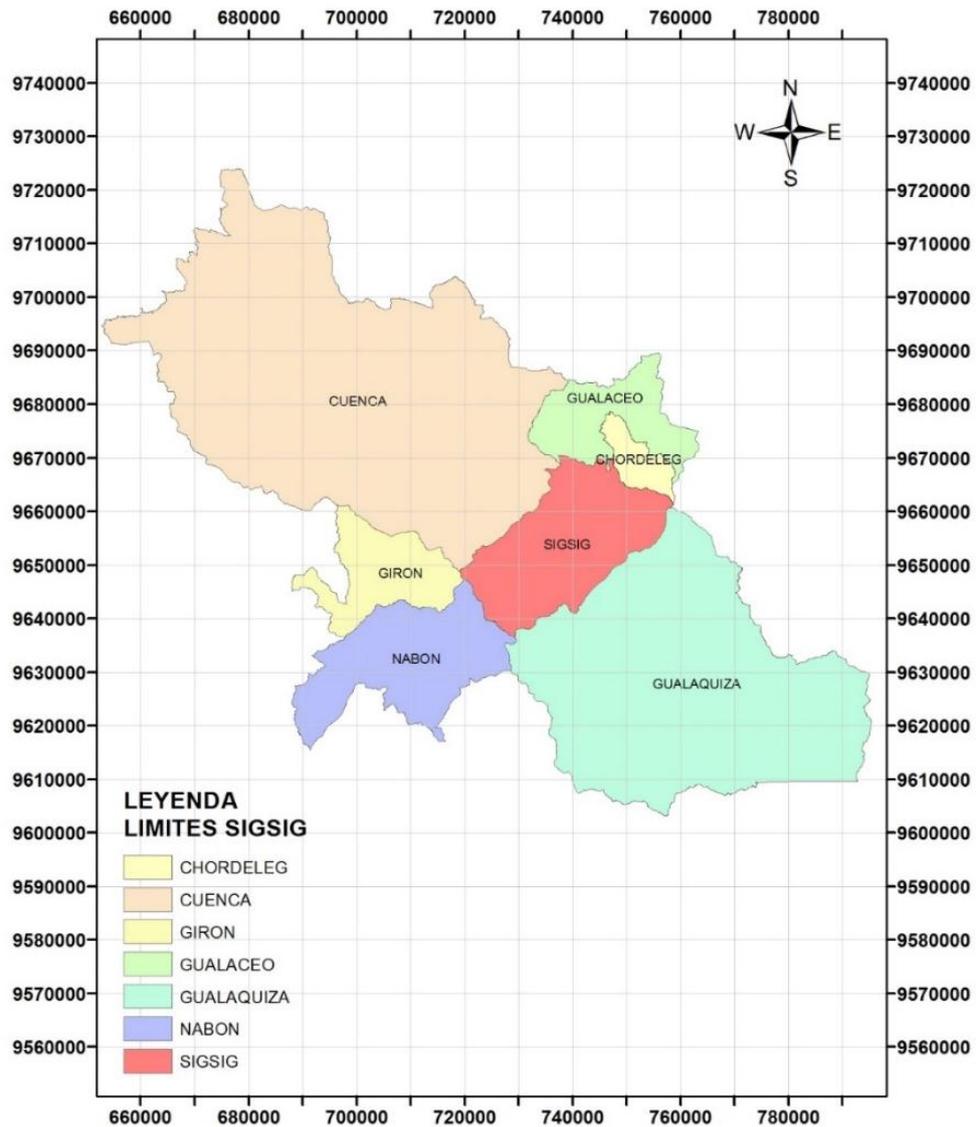


Figura 1.1. Límites del cantón Sigsig

Fuente: (IGM, 2012)

La parroquia Sigsig está ubicada en la zona Meridional del País, al Este de la Provincia del Azuay, en la región Sierra Sur del Ecuador y forma parte de la Zona 6 que comprende las Provincias de Cañar, Azuay y Morona Santiago, según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, por otra parte, al ser calificada como parroquia urbana, esta no tiene un representante de la parroquia, por lo tanto el municipio cumple la función de representante de la misma y forma parte del distrito 01D08 - SÍGSIG y del circuito 01D08C01 junto con las parroquias San Bartolomé, Guel y Cuchil.

El cantón Sígsig tiene una superficie de 642.80 km² y está formado por seis parroquias rurales y una parroquia urbana que lleva el mismo nombre. El área total del cantón Sígsig está dividido de la siguiente manera como se observa en la figura 1.3:

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| San Bartolomé | 34.40 Km ² |
| Ludo: | 69.90 Km ² |
| San J. de Raranga: | 49.10 Km ² |
| Gima: | 192.7 Km ² |
| Guel: | 15.20 Km ² |
| Sígsig: | 148.9 Km ² |
| Cutchil: | 132.4 Km ² |
| Total: | 642.8 Km² |

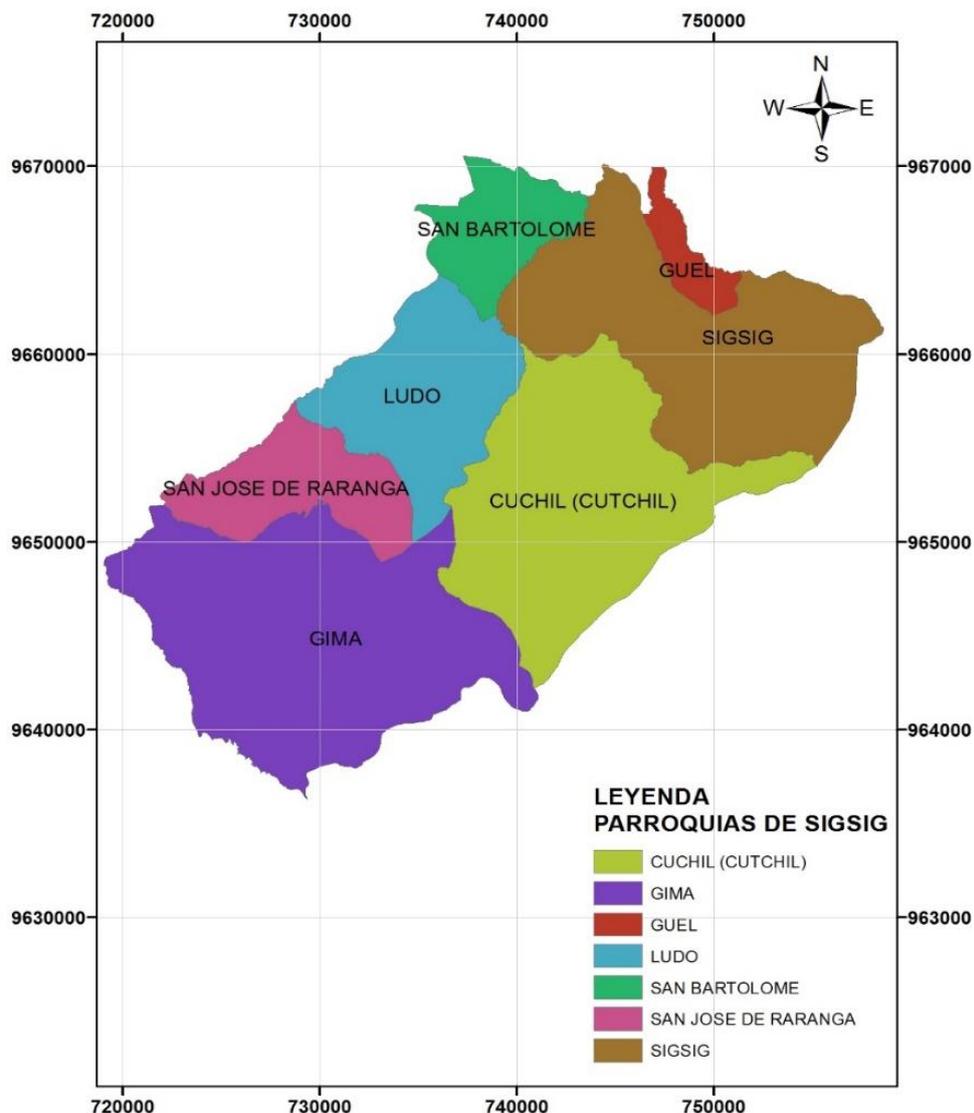


Figura 1.2. Parroquias del cantón Sigsig

Fuente: (IGM, 2012)

1.1.1 Ubicación geográfica

La comunidad de Tasqui se encuentra ubicada en la parroquia San Sebastián de Sigsig aproximadamente a 2km de la cabecera cantonal y a 400m de la vía Sigsig-Gualaquiza. En el sistema de coordenadas geográficas WGS-84 la comunidad se encuentra en la siguiente ubicación (Figura 1.3):

Longitud Este: 744 369

Latitud Norte: 9'661 496

Altitud Media: 2 500 m s.n.m.

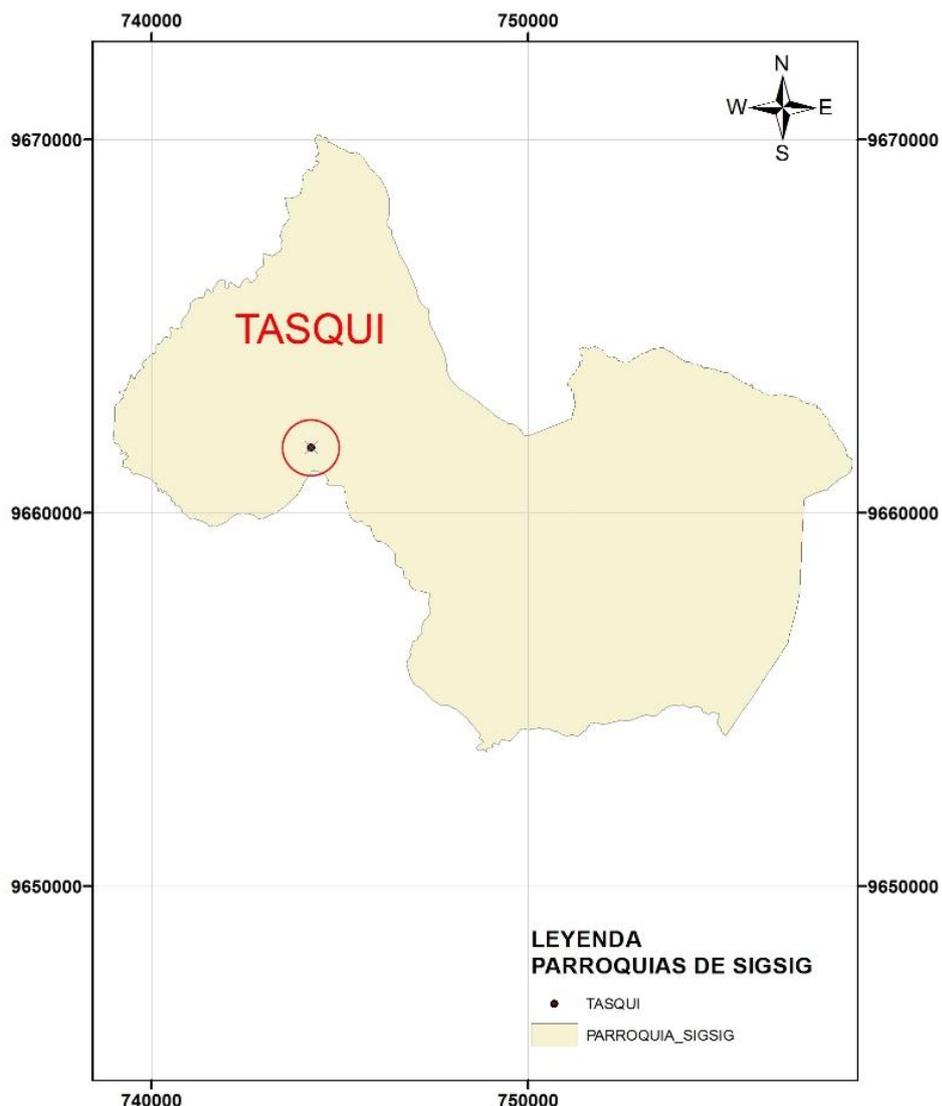


Figura 1.3. Ubicación de la comunidad de Tasqui

Fuente: (IGM, 2012)

1.1.2 Vías de acceso

La comunidad dispone de vías de acceso de tipo lastrado y tipo asfalto flexible, lo que permite un fácil acceso a la misma y comodidad para el transporte de elementos que sean necesarios al momento de ejecutar el proyecto.

El acceso a la comunidad donde se desarrollará el proyecto se lo puede realizar en automóvil a través de las siguientes redes viales (Figura 1.4):

Cuenca – Sígsig:

- Cuenca – Gualaceo – Chordeleg – Sígsig (70km).
- Cuenca – El Valle – San Bartolomé – Sígsig (52km).
- Cuenca – Quingeo – Ludo – Sígsig (50km) (GAD Sígsig, 2017).

Sígsig – Tasqui:

- Acceso 1: Sígsig cabecera cantonal – Tasqui (2.30km).
- Acceso 2: Sígsig cabecera cantonal – Tasqui (2.77km).

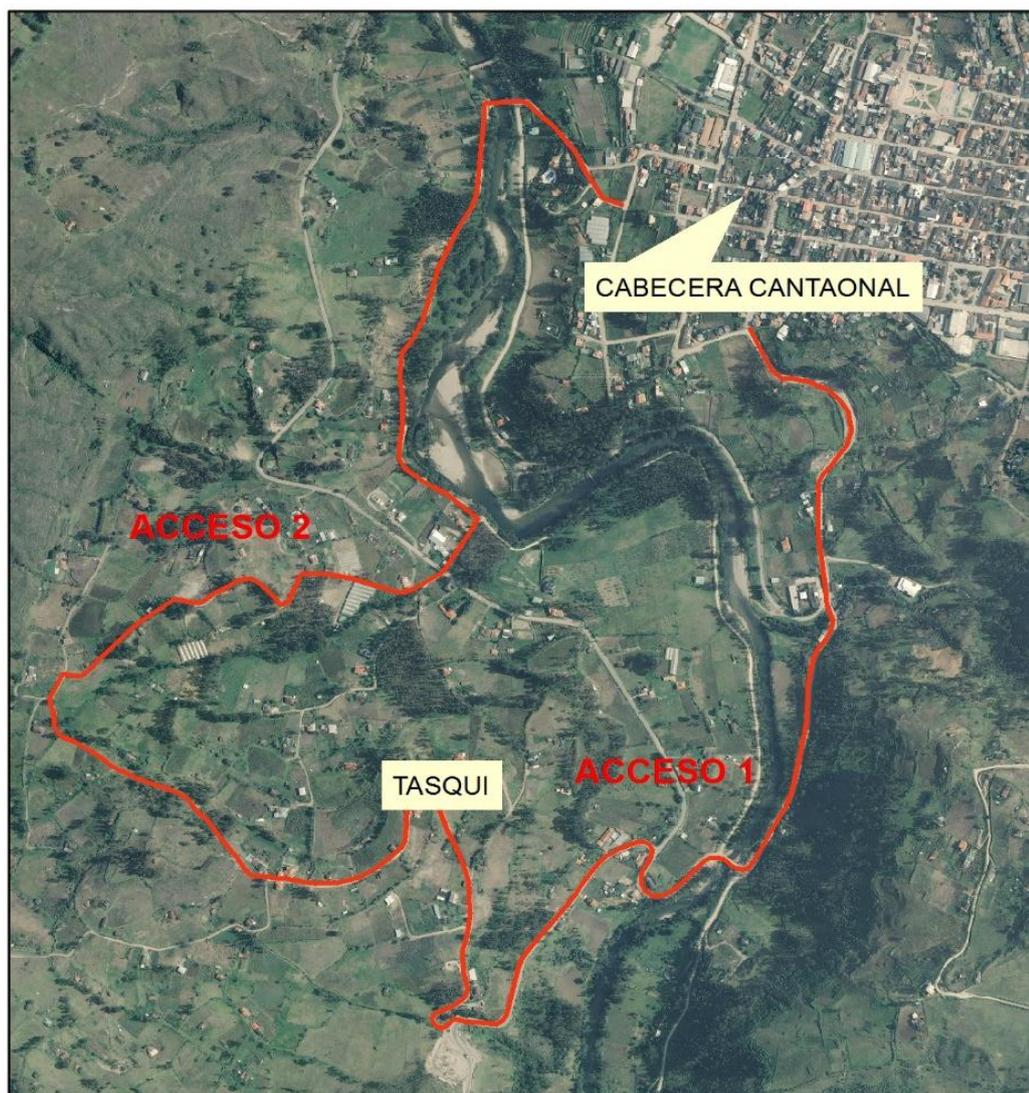


Figura 1.4. Vías de acceso a la comunidad de Tasqui

Fuente: (PDOT, 2012)

1.1.3 Clima

Climatológicamente, todo el cantón Sígsig y a su vez la comunidad de Tasqui, parroquia San Sebastián de Sígsig, poseen un clima cálido y templado. Su temperatura oscila entre los 3 y 4 °C en promedios anuales en las zonas ubicadas en la cordillera Oriental de los Andes al Nor-Oriente de la parroquia donde se presentan las temperaturas más bajas y estas ascienden conforme avanzan hacia las zonas central y occidental de la parroquia, las temperaturas más altas, que varían entre los 16 y 17 °C (Figura 1.5) en promedios anuales, se registran en las orillas del río Santa Bárbara (PDOT, 2012).

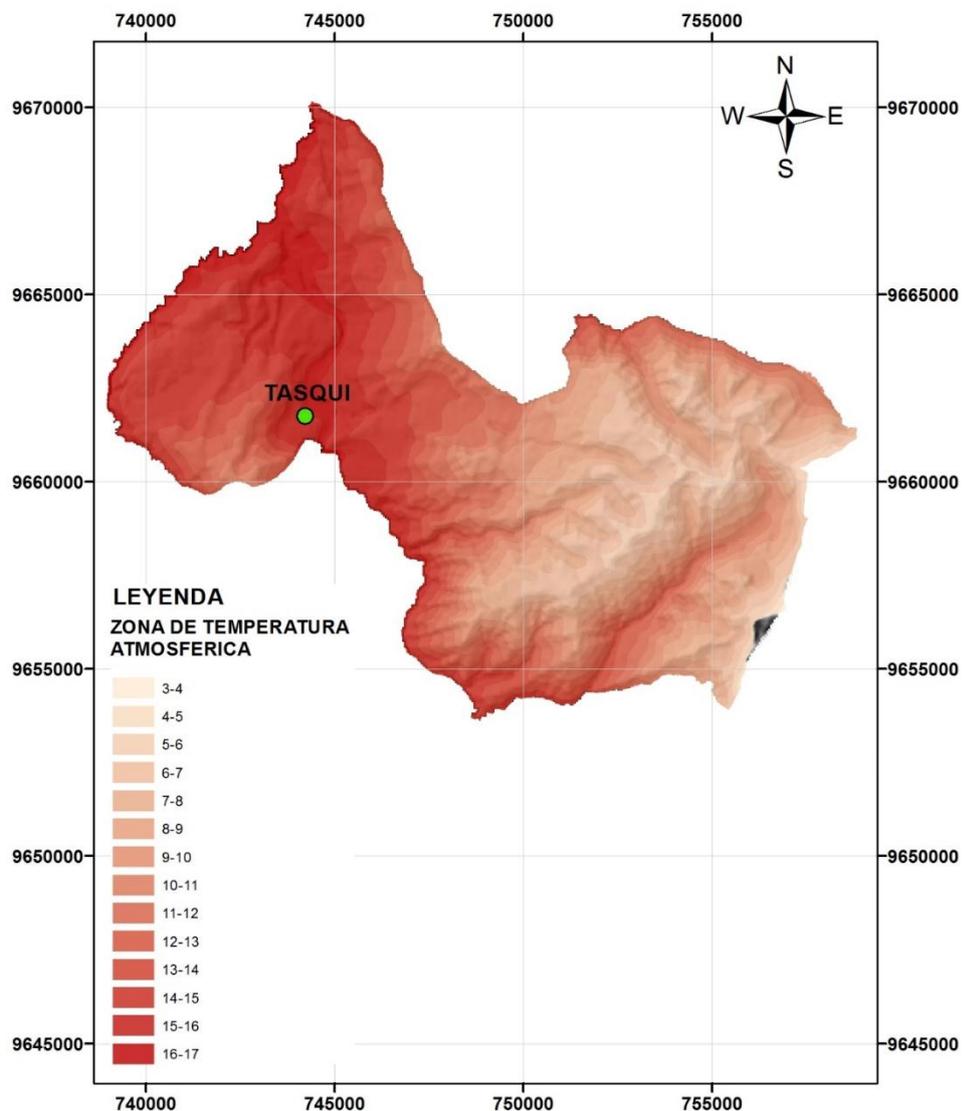


Figura 1.5. Mapa de temperaturas

Fuente: (PDOT, 2012)

1.1.4 Uso y cobertura del suelo

La parroquia Sígsig cuenta con una extensión total de 14760 ha; en la zona occidental de la parroquia y muy cerca de las comunidades esta el 0,10% del área total que corresponde a uso agrícola existiendo plantaciones de maíz, manzana y papa principalmente, también se encuentra el 21,56% del área que es utilizado para actividades agropecuarias mixtas en esta categoría se encuentra las asociaciones de frejol con maíz, haba y papa principalmente. La mayor parte del territorio de la parroquia del Sígsig corresponde a uso de conservación y protección alcanzando el 59,48% del total dentro de esta porción de territorio se destacan los bosques húmedos los cuales están ubicados en la zona oriental de la parroquia muy cerca de zonas sensibles como los páramos que en muchos son el sustento hídrico de algunas comunidades. Los pastos ubicados muy cerca de los cultivos y en la parte occidental representan el 7,86% del territorio; por ultimo existen plantaciones de pino y eucalipto especialmente en las riveras del rio Santa Bárbara que representan el 2,46% del territorio parroquial como se observa en la Figura 1.6 (PDOT,2012).

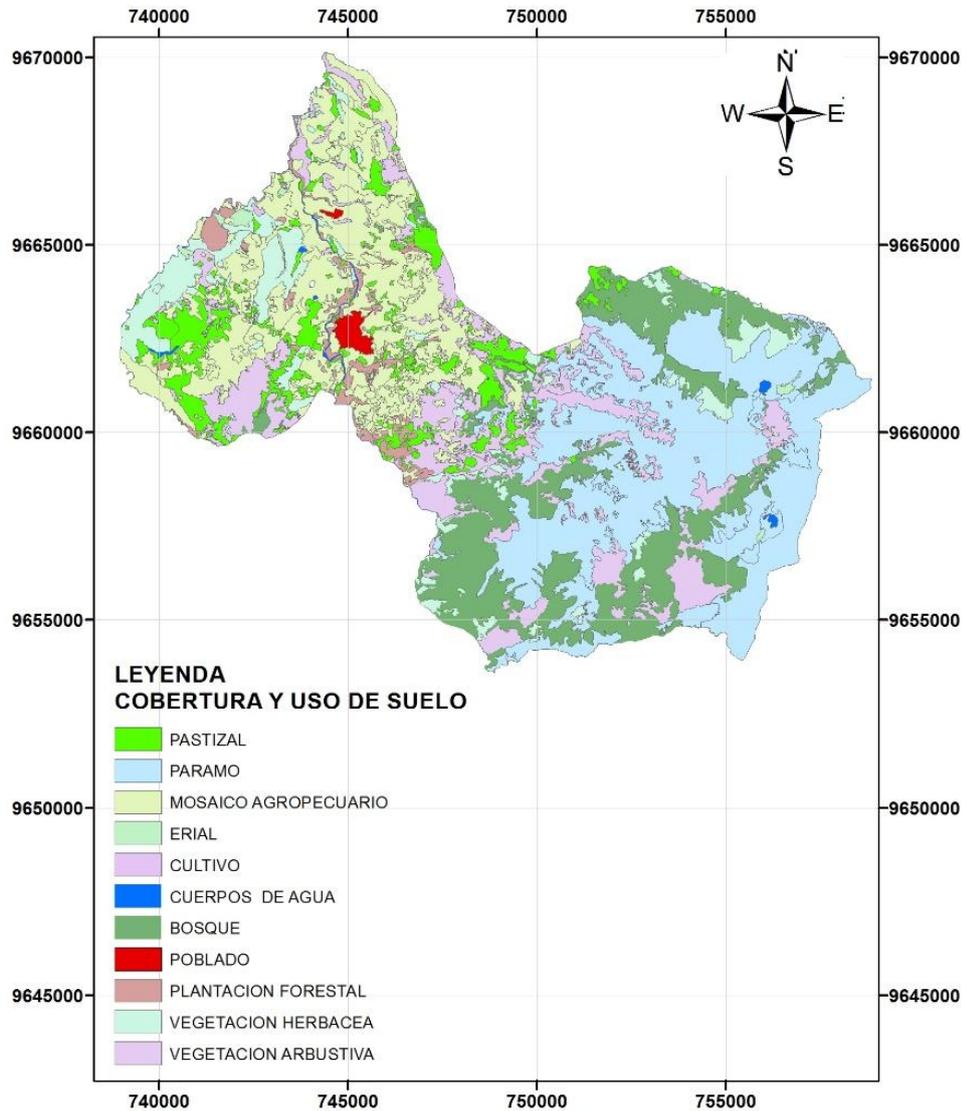


Figura 1.6. Uso y cobertura de suelo

Fuente: (PDOT, 2012)

1.1.5 Geología

De acuerdo al PDOT (2012) el cantón Sígsig está formado por litologías relacionadas a procesos intrusivos, secuencias volcánicas y efectos de metamorfismo asociados con eventos continentales y marinos es así que: al este del cantón en las estribaciones de la Cordillera Real la geología se caracteriza por secuencias metamórficas relacionadas con el proceso de acreción, el oeste representado por un arco de islas pertenecientes al Terreno Alao de origen marino, el Terreno Alao está conformado de una extensa faja de milonitas, esquistos verdes micáceos, filitas verdes gráficas y meta volcánicos verdes, masivas y cizalladas.

En la parte centro occidente existe una alta influencia volcánica donde predomina composiciones riolitas, andesitas a dacíticas asociados a las formaciones Saraguro, Nabón y Tarqui productos de volcanismo efusivo (Figura 1.7).

En el sector de Tasqui muy cercano a la población de Sígsig, aflora en menor proporción materiales meta aglomerados, todos de bajo grado metamórfico, sin embargo en la zona de influencia de las comunidades se encuentran depósitos coluviales, como resultado del transporte gravitacional de los materiales resultantes de las desintegración de relieves primarios, compuestos por bloques métricos de rocas graníticas, gneis, con presencia de rodados de cuarzo, bloques métricos subangulares de material esquistoso fuertemente alterado formando coluviones antiguos (PDOT,2012).

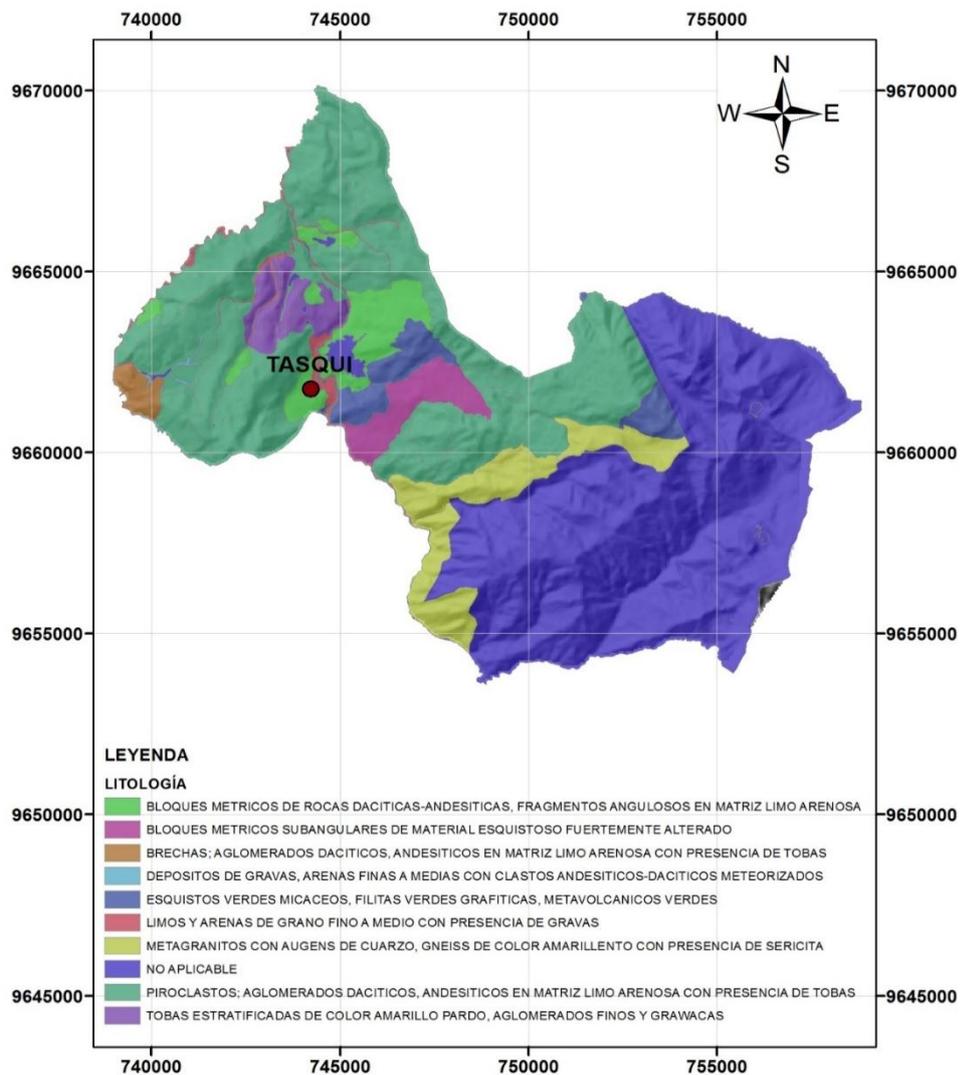


Figura 1.7. Litología de la parroquia Sígsig

Fuente: (PDOT, 2012)

1.1.6 Hidrología

Para el análisis de la hidrología se suele tener como referencia a la unidad fisiográfica conocida como cuenca.

Según el PDOT (2012) la parroquia Sigsig pertenece a la cuenca del río Santiago y a la subcuenca del río Paute, también se han identificado algunas microcuencas pero las más importante es la microcuenca del río Alcacay ya que esta abastece de agua para consumo humano al centro cantonal de Sigsig (Figura 1.8).

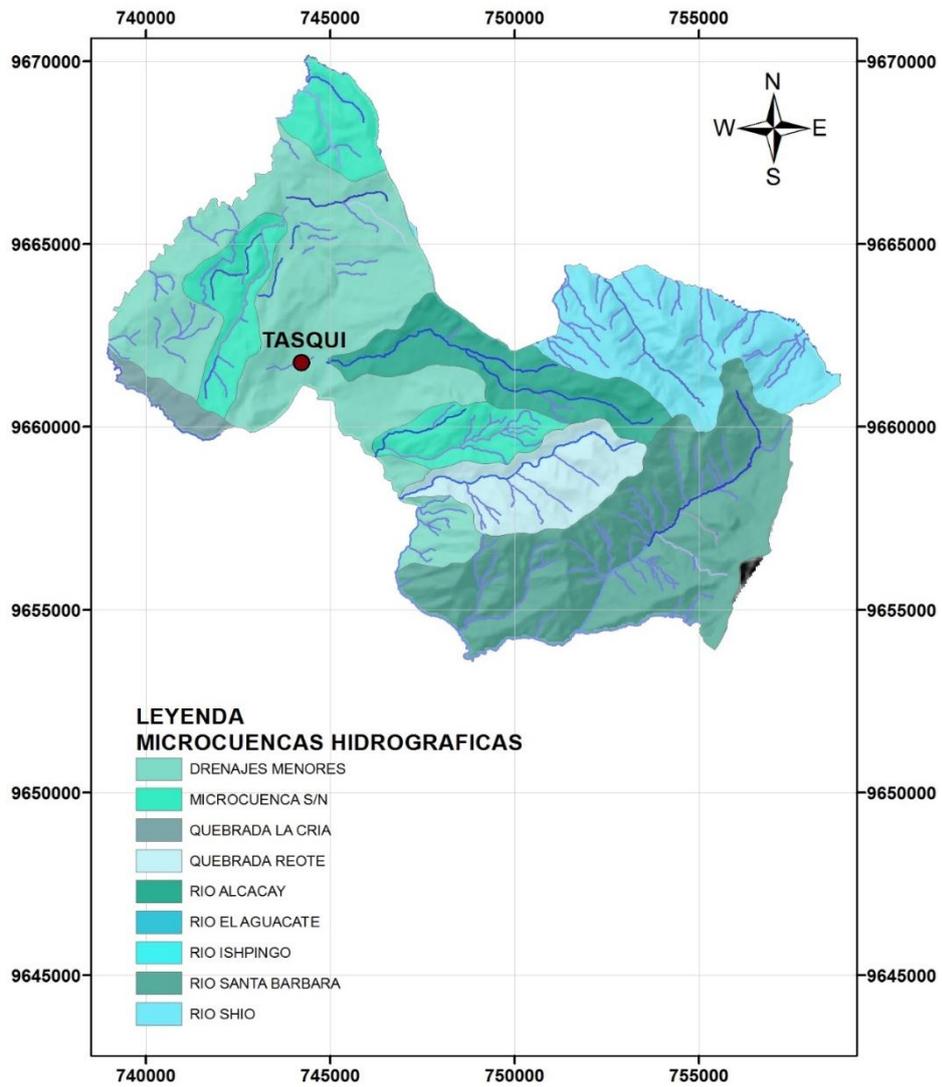


Figura 1.8. Microcuencas hidrográficas

Fuente: (PDOT, 2012)

1.1.7 Topografía

La topografía de la zona es accidentada, en su mayor parte con pendientes fuertes y una menor parte con pendientes moderadas, un tipo de topografía muy común en la región de la sierra ecuatoriana, esta característica evidencia las limitaciones que presenta la parroquia en su estructura topográfica, limitando de manera sustancial las actividades antrópicas en la zona, cabe señalar que muchas de estas superficies se encuentran en ecosistemas frágiles como el páramo limitando aún más las actividades agrícolas. Se observa los rangos de pendientes como indica la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Rangos de pendientes

| TIPO | ÁREA (Ha) | PORCENTAJE |
|-------------------|------------------|-------------------|
| 0 - 2 | 74,124 | 0,50 |
| 2 -- 5 | 135,674 | 0,91 |
| 5 -- 12 | 541,587 | 3,66 |
| 12 -- 25 | 1750,18 | 11,85 |
| 25 --50 | 4526,5 | 30,66 |
| 50 --70 | 3454,61 | 23,40 |
| MAYOR A 70 | 4277,44 | 28,97 |

Fuente: (PDOT, 2012)

La topografía en la zona determinada donde se realizara el proyecto oscila entre el 5% y el 25%, presentando condiciones aceptables para que se realicen actividades agroproductivas (Figura 1.9).

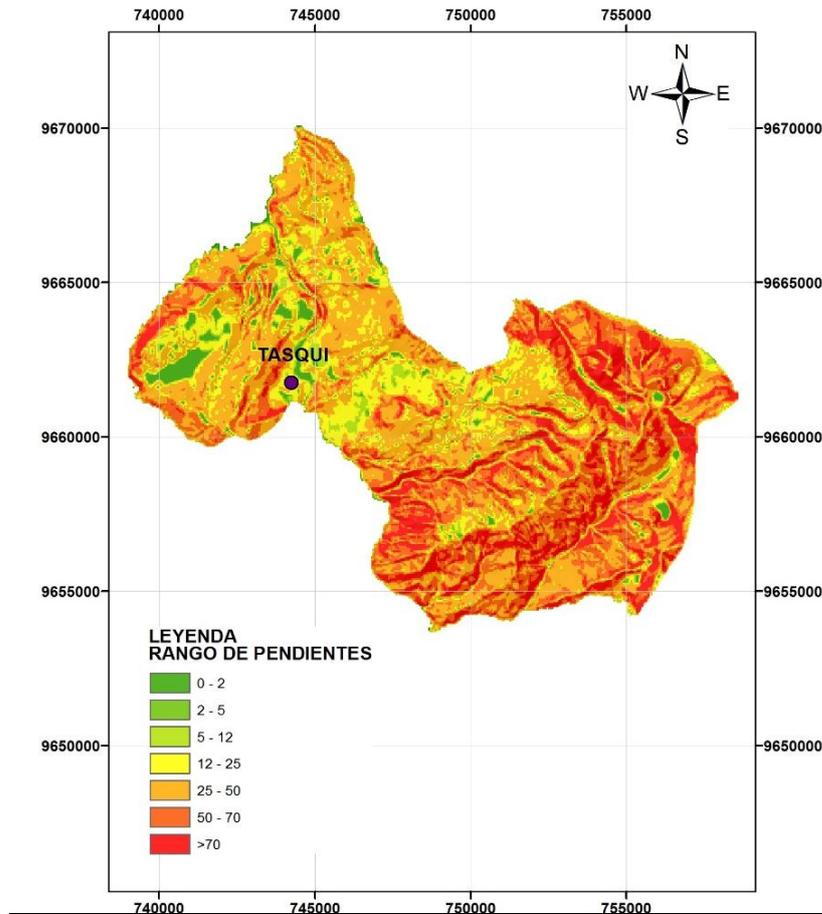


Figura 1.9. Mapa de Pendientes

Fuente: (PDOT, 2012)

1.1.8 Áreas naturales protegidas

Las áreas naturales protegidas son sectores geográficos que tienen gran importancia ya que cumplen requisitos tanto biológicos, étnicos y geofísicos que son importantes para el patrimonio nacional, los cuales están dentro del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) también están dentro de los bosques y vegetación protectora declarada por el Ministerio del Ambiente (MAE).

La importancia de estas áreas protegidas encontradas en el cantón Sígsig esta principalmente en la formación vegetal paramuna, además son ecosistemas vitales para la formación y conservación de los cuerpos de agua necesarios para el consumo humano y el equilibrio hídrico de los ecosistemas. La problemática que surge entorno a este tema se debe a que no existe un control exhaustivo para estos bosques por lo que las actividades agrícolas podrían alterar estos bosques, sin embargo en la parroquia Sígsig se tiene los niveles más bajos de alteración de estas zonas, esto se debe a la inaccesibilidad de estas zonas (PDOT,2012).

1.1.9 Precipitación

Existen grandes variaciones en los niveles de precipitación que varían entre los rangos de 700 a 1900 mm, las zonas con mayor precipitación se encuentran en la cordillera oriental de los Andes correspondiente a la parte nororiental de la parroquia, mientras que las zonas con menos precipitación se encuentran ubicadas en la confluencia de los ríos Santa Bárbara y Bolo Pamar por lo que en estas zonas existe problemas de almacenamiento de agua para las plantaciones ahí presentes (Figura 1.10).

A pesar de que las pendientes y las aptitudes del suelo son óptimas para las actividades agrícolas en las cercanías al río Santa Bárbara y Bolo Pamar existente una limitante que es la escasa presencia de agua limitando las siembras para los meses más lluviosos que por lo general son enero febrero y marzo (PDOT,2012).

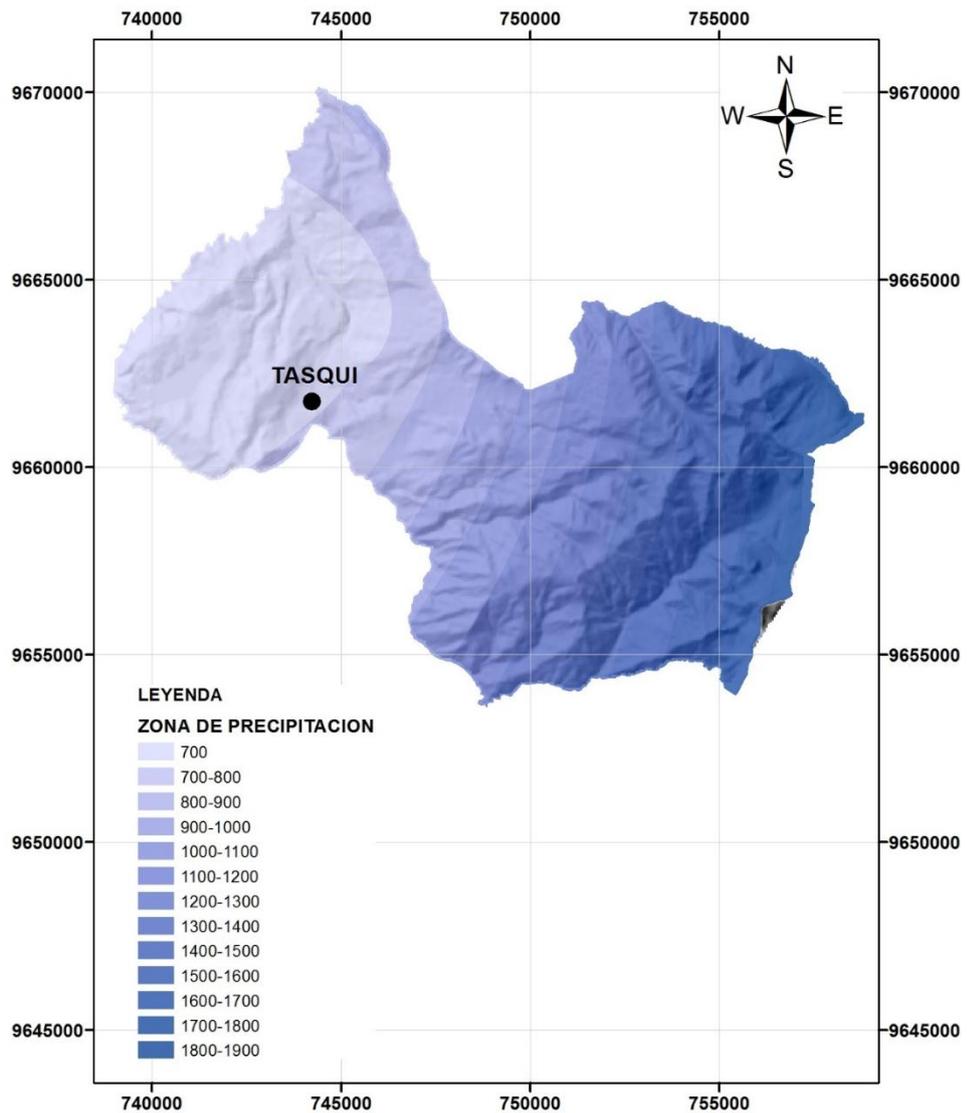


Figura 1.10. Zonas de precipitación

Fuente: (PDOT, 2012)

1.1.10 Aspectos demográficos

Según el censo realizado en el año 2010 la parroquia Sígsig cuenta con 11.170 habitantes del cual el 44,40% son hombres y el restante 55,60% son mujeres.

La población de la parroquia del Sígsig es preferentemente joven es decir las personas entre los 0 y 24 años de edad representan el 54,03% , la población entre los 25 y 64 años representan el 36,33% y la población de la tercera edad (mayores a 65 años) el 9,75%.

Desde el censo en el año 1990 hasta el censo del 2010 la parroquia de Sígsig evidencia una tendencia creciente de la población. La tasa de crecimiento intercensal al año 2001 es de 0,89% mientras que para el año 2010 se experimenta un incremento significativo que llega al 11,09% esto quiere decir que se incrementó la población en una décima parte en el periodo censal 2001-2010 (Tabla 1.2).

Tabla 1.2. Crecimiento intercensal de la parroquia Sígsig

| Crecimiento Intercensal de la parroquia del Sígsig | | | |
|---|--------|-------|--------|
| AÑO | Hombre | Mujer | Total |
| 1990 | 4.425 | 5.541 | 9.966 |
| 2001 | 4.443 | 5.612 | 10.055 |
| 2010 | 4.959 | 6.211 | 11.170 |

Fuente: (INEC, 2010)

De acuerdo a las proyecciones realizadas por el INEC la población total de la parroquia Sígsig tiene una tendencia poblacional creciente, pero con una tasa de crecimiento cada vez menor, a continuación se presenta la tabla de proyecciones de la población elaborada por el INEC cabe mencionar que para estas proyecciones se consideraron variables como: migración interna y externa, tasa de natalidad y mortalidad tomando como año base el 2014 (Tabla 1.3).

Tabla 1.3. Proyección poblacional al año 2020 en la parroquia Sígsig

| Proyección poblacional al año 2020 en la parroquia Sígsig | |
|--|--------------------|
| AÑO | Población estimada |
| 2010 | 11642 |
| 2011 | 11758 |
| 2012 | 11873 |
| 2013 | 11985 |
| 2014 | 12093 |

| | |
|-------------|-------|
| 2015 | 12198 |
| 2016 | 12299 |
| 2017 | 12396 |
| 2018 | 12490 |
| 2019 | 12579 |
| 2020 | 12664 |

Fuente: (INEC, 2010)

La parroquia Sígsig cuenta con 147,21 km² de extensión territorial de un total de 659,11 km² que corresponden al territorio cantonal, cabe indicar que por cada km² habitan 2706,39 personas en promedio; siendo así las comunidades más densamente pobladas: la cabecera cantonal, Chagracashca, Malpad y Vicsol como se muestra en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4. Densidad poblacional estimada por comunidad en la parroquia Sígsig

| Densidad poblacional estimada por comunidad en la parroquia Sígsig | | |
|---|------------------------|----------------------|
| Comunidad | Población (hab) | Tipo densidad |
| Callancay | 137 | Muy alta |
| Chacopamba | 120 | Muy alta |
| Chagracashca | 328 | Muy alta |
| Chobshi | 86 | Media |
| Curin | 153 | Muy alta |
| Dacte | 160 | Muy alta |
| Descanso Pitagma | 235 | Muy alta |
| Gancag | 146 | Muy alta |
| Garau | 176 | Muy alta |
| Gutun | 192 | Media |
| Jurga | 192 | Alta |
| Malpad | 294 | Muy alta |
| Narig | 145 | Muy alta |

| | | |
|---------------------|-----|----------|
| Pamarcay | 174 | Alta |
| Portul | 157 | Muy alta |
| Puchun | 170 | Muy alta |
| Pueblo viejo | 144 | Muy alta |
| Rurcag | 183 | Alta |
| Tasqui | 135 | Muy alta |
| Tullupamba | 166 | Alta |
| Vicsol | 304 | Muy alta |
| Zhimbrug | 109 | Muy alta |
| Zhotor | 214 | Muy alta |
| Zhuzho | 154 | Alta |

Fuente: Fuente: (INEC, 2010)

El nivel de instrucción en la población de la parroquia Sigsig es la siguiente: existen 4551 habitantes que tienen educación primaria, las personas que culminaron la secundaria son 1450 personas, es decir si sumamos la población que ha culminado la primaria y la secundaria alcanzamos el 68,16% de la población total en edad de estudiar (Figura 1.11).

También existen 600 personas que no tienen ningún nivel de instrucción de las cuales 422 son mujeres y 178 son hombres por otro lado existen 559 personas que han culminado sus estudios superiores.

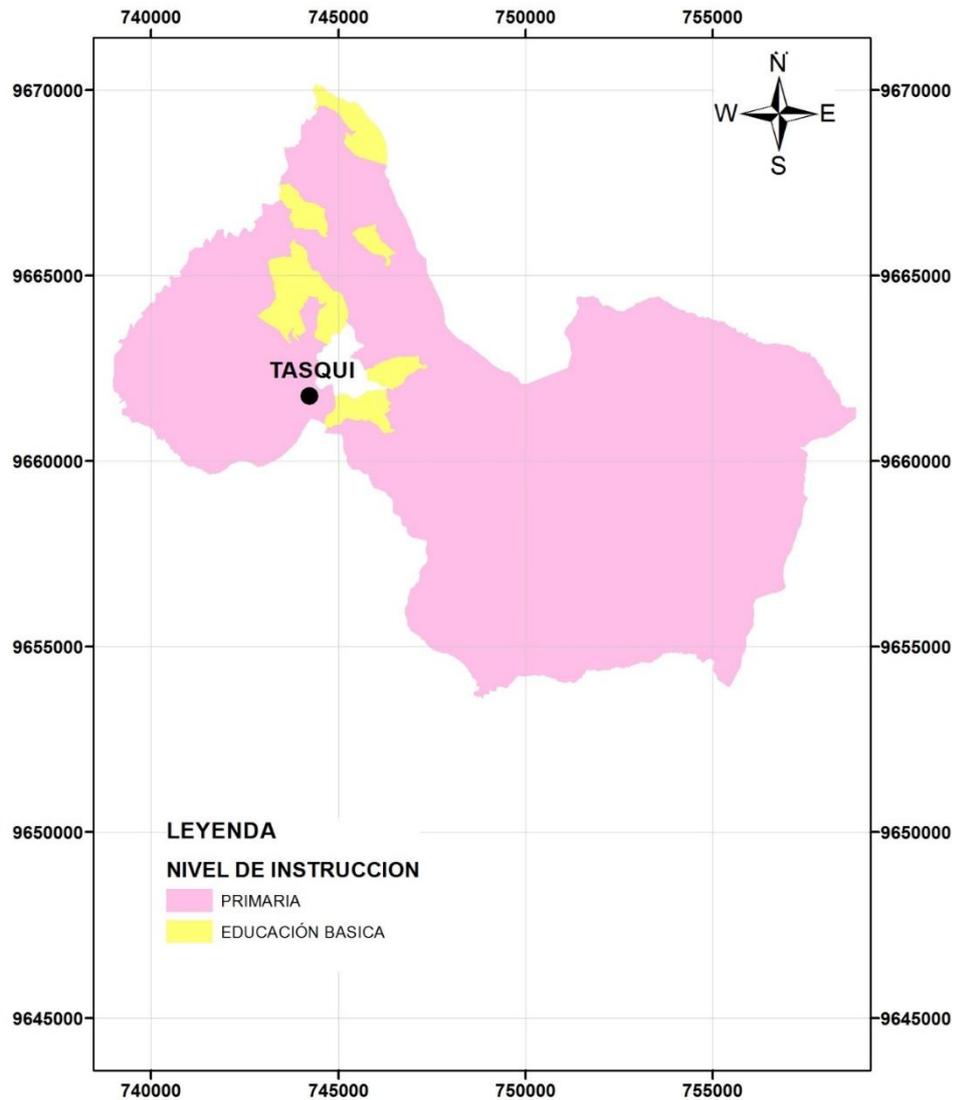


Figura 1.11. Nivel de Instrucción de la parroquia Sigsig

Fuente: (PDOT, 2012)

1.1.11 Enfermedades

Las principales enfermedades registradas en el hospital San Sebastián de Sigsig al mes de enero de 2015 son: Amigdalitis, diabetes, hipertensión arterial, infección urinaria, resfrió común, diarrea de origen infeccioso, conjuntivitis viral, enfermedad cardiaca y parasitismo intestinal. Las posibles causas de estas enfermedades son: una mala alimentación y malos hábitos de higiene así como la falta de agua potable en ciertas zonas. La enfermedad que tiene mayor frecuencia es la amigdalitis sobre todo en la población de 1 a 14 años. (PDOT,2012).

1.1.12 Servicios existentes

Entre los servicios existentes tenemos: abastecimiento de agua para consumo humano, accesibilidad a electricidad, saneamiento, recolección de basura etc.

Dentro del tema de abastecimiento de agua para consumo humano de las 2960 viviendas 1524 se abastecen por tubería dentro de la vivienda, en 1508 viviendas lo hacen por tubería fuera de la vivienda pero dentro del terreno; lo cual no necesariamente representa que el agua sea potable. El 67% de la población bebe el agua tal como la obtiene, el 29% hierve el agua, el 3% colocan cloro y el 1% filtran el agua o compran agua purificada. (INEC, 2010)

En lo referente a la evacuación de aguas servidas según el censo 2010 en la parroquia Sigsig el 29,22% de las viviendas están conectadas a los servicios de red pública de alcantarillado, mientras que el 45,91% de las viviendas utiliza pozos sépticos, el 7,94% tiene pozos ciegos, el 2,23% descargan sus desechos directamente al río, el 2,13% usa letrinas mientras el 12,57% no posee ningún mecanismo de eliminación. (INEC, 2010)

La disposición de residuos sólidos en la parroquia Sigsig se da de la siguiente manera: el sistema más utilizado es el carro recolector con un 42,84% es decir 1268 viviendas de 2960 en total, 1026 viviendas queman la basura, 161 entierran la basura el resto arrojan la basura a quebradas, terrenos baldíos o ríos como se muestra en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Eliminación de la basura en la parroquia Sigsig

| Eliminación de la basura en la parroquia Sigsig, al año 2010 | | |
|---|-------------------|-------------------|
| Tipo de recolección | Frecuencia | Porcentaje |
| Por carro recolector | 1268 | 42.84 |
| La arrojan en terreno baldío o quebrada | 460 | 15.54 |
| La queman | 1026 | 34.66 |
| La entierran | 161 | 5.44 |
| La arrojan al río, acequia o canal | 5 | 0.17 |
| De otra forma | 40 | 1.35 |
| TOTAL | 2960 | 100.00 |

Fuente: (INEC, 2010)

En cuanto al acceso a luz eléctrica se establece que de las 2460 viviendas, 2883 viviendas poseen energía eléctrica representando así el 97,40% de las viviendas del Sígsig, quedando así solo el 3% del total de las viviendas es decir solo 75 viviendas que no poseen este servicio debido principalmente a la falta de vías de acceso hacia estas viviendas (Tabla 1.6).

Tabla 1.6. Acceso a la energía eléctrica

| Acceso a energía eléctrica | | |
|---|-------------------|-------------------|
| Tipo de Red | Frecuencia | Porcentaje |
| Red de empresa eléctrica de servicio publico | 2883 | 97.40 |
| No tiene | 77 | 2.60 |
| TOTAL | 2960 | 100 |

Fuente: (INEC, 2010)

En el caso particular de la comunidad de Tasqui la información obtenida es muy similar a los datos presentados anteriormente; a continuación se presentan los resultados alcanzados en la comunidad de Tasqui a través de las encuestas realizadas a los habitantes de la comunidad. (ver Anexo 1)



Figura 1.12. Abastecimiento de agua en la comunidad de Tasqui

Fuente: Autores

En la comunidad de Tasqui en cuanto a lo que tiene que ver con el abastecimiento de agua la figura 1.12 expresa que el 96% de las casas cuentan con este servicio y en general lo califican como un servicio de buena calidad, y tan solo el 4% de la población no cuenta con este servicio

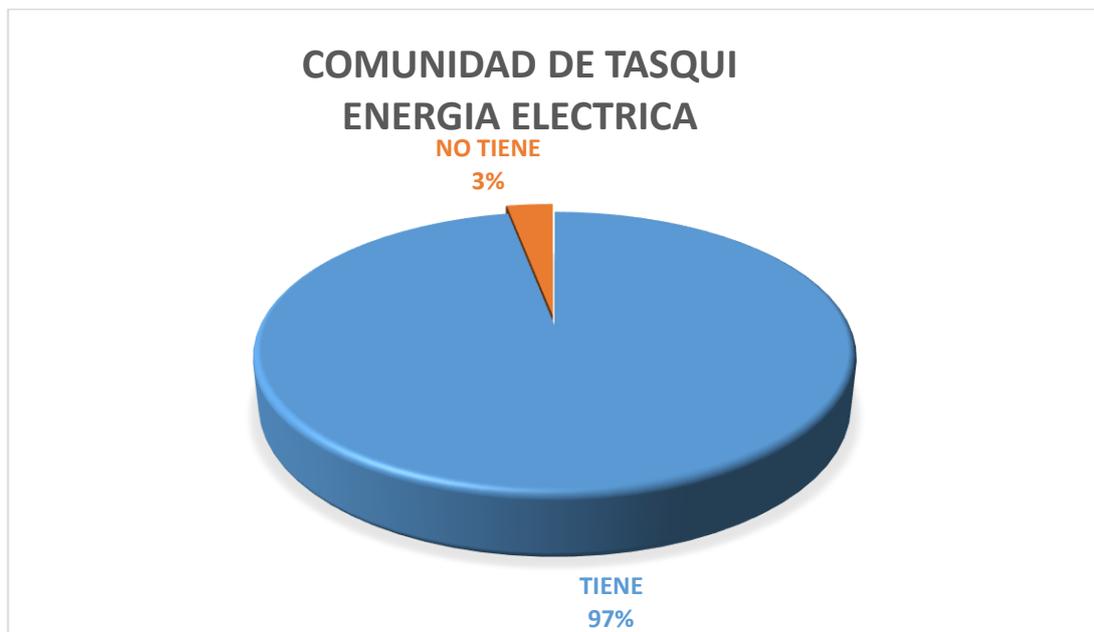


Figura 1.13. Energía eléctrica en la comunidad de Tasqui

Fuente: Autores

En forma muy similar se puede observar en la figura 1.13 que el 97% de las casas poseen energía eléctrica y tan solo el 3% no cuentan con este servicio.

Debido a que la comunidad no cuenta con un sistema de alcantarillado la evacuación de aguas servidas se hace mediante una fosa séptica obteniendo los resultados presentados en la Figura 1.14:



Figura 1.14. Evacuación de aguas servidas en la comunidad de Tasqui

Fuente: Autores

El 96% de los hogares poseen fosa séptica mientras que el 4% utilizan otra forma de evacuar sus aguas residuales.

De acuerdo a los datos socio-económicos obtenidos mediante las encuestas obtuvimos que tan solo el 39% de las personas poseen un trabajo permanente en la zona como se observa en la Figura 1.15, mientras que el 61% de los jefes del hogar tienen un trabajo ocasional esto está relacionado a que el nivel de instrucción del jefe del hogar se distribuye así: el 56% tienen educación primaria, el 28% secundario, el 12% ninguna instrucción y tan solo el 4% superior como indica la Figura 1.16.



Figura 1.15. Tipo de trabajo de los jefes de hogar en la comunidad de Tasqui

Fuente: Autores

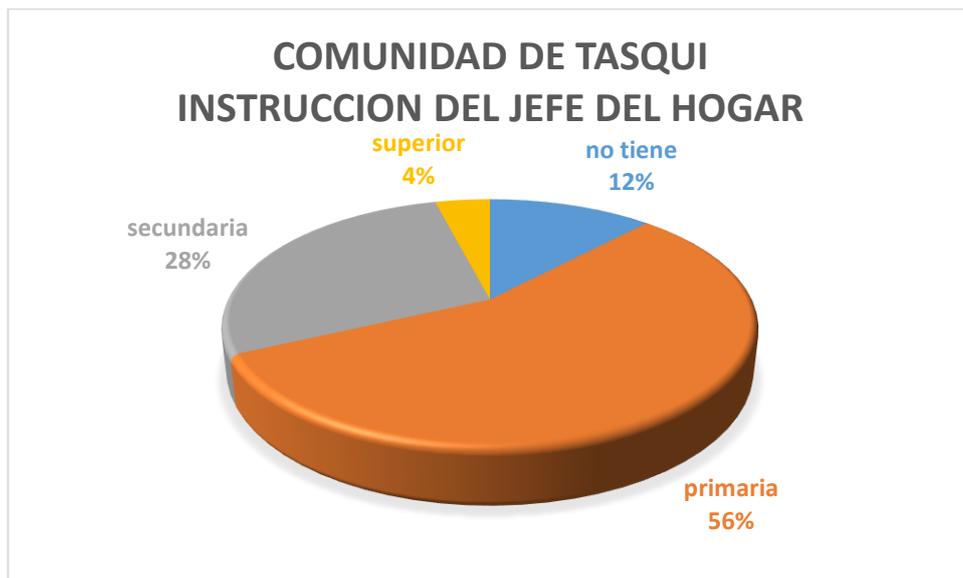


Figura 1.16. Nivel de instrucción de los jefes de hogar en la comunidad de Tasqui.

Fuente: Autores

La Figura 1.17 refleja que en la comunidad de Tasqui la mayor parte de la población es adulta ya que tan solo el 24% de las personas son niños mientras que el 74% son personas adultas



Figura 1.17. Población niños-adultos en la comunidad de Tasqui.

Fuente: Autores.

En las encuestas realizadas también se incluyeron dos preguntas realizadas a la implementación del sistema de alcantarillado en la comunidad de Tasqui las mismas que fueron:

Anexo 1: Encuestas realizadas en las comunidad de Tasqui.

¿Está de acuerdo con el proyecto de implementación del sistema de alcantarillado?

El 98% de los pobladores respondieron que están de acuerdo con la implementación del sistema de alcantarillado y tan solo el 2% respondió que no estaban de acuerdo debido a que no conocían el beneficio que ofrece un sistema de alcantarillado (Figura 1.18).



Figura 1.18. Población que está de acuerdo con el proyecto de alcantarillado.

Fuente: Autores.

¿Para la implementación del sistema de alcantarillado está dispuesto a pagar?

El 82% de los pobladores dijeron estar de acuerdo con pagar para el sistema de alcantarillado y el 18% no pagaría por el servicio ya que la mayoría coincidió que este rubro le pertenece cubrir al municipio (Figura 1.19).

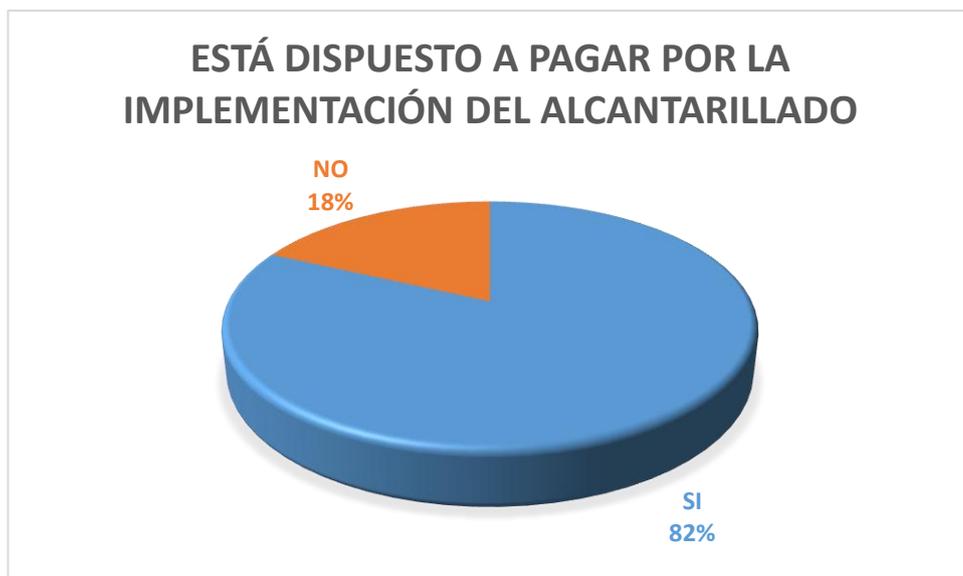


Figura 1.19. Población que está dispuesta a pagar por el proyecto de alcantarillado.

Fuente: Autores.

CAPITULO 2

PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO

2.1 Tipo de sistema

Un sistema de alcantarillado consiste en conjunto de tuberías de grandes diámetros y obras complementarias, necesarias para recibir, conducir, ventilar y evacuar las aguas residuales, así como las aguas lluvias de la población (CONAGUA, 2009).

Existen tres tipos de alcantarillado: separado, combinado y mixto

El sistema de alcantarillado separado consiste en dos redes independientes la una se utiliza exclusivamente para transportar las aguas residuales domésticas y la otra red es de uso exclusivo para transportar las aguas de escorrentía pluvial; en cambio el sistema de alcantarillado combinado conduce las aguas residuales domésticas junto con las aguas de escorrentía pluvial.

El alcantarillado mixto se refiere a que algún tramo del sistema de alcantarillado es de tipo separado y otra parte está conformado por un sistema de alcantarillado combinado (SENAGUA, 2016).

Al momento de escoger el tipo de alcantarillado que se va a construir la justificación de la alternativa adoptada debe estar sustentada en algunos argumentos técnicos, económicos, financieros, ambientales (RAS, 2000).

De acuerdo al Artículo 37 de la Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental que comprende alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y las actividades de recolección, conducción, tratamiento, disposición final y derivados del proceso de depuración relacionados con el agua e indica que el alcantarillado pluvial y el sanitario constituyen sistemas independientes sin interconexión posible.

Por tal razón en la comunidad de Tasqui se diseñará únicamente un sistema de alcantarillado sanitario.

2.2 Periodo de diseño

Período de diseño es el lapso durante el cual la obra cumple su función satisfactoriamente sin necesidad de ampliaciones(Orellana, 2005).

Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñarán para un período de 20 años(Orellana, 2005).

2.3 Áreas de aportación

La determinación de las áreas de aportación para cada colector se hace en base a la topografía del lugar y al trazado de las tuberías. El área bruta se obtiene trazando las diagonales o las directrices sobre las manzanas de la población. Las zonas de uso recreacional deben incluirse en dicha área (López Cualla, 2004).

2.4 Dotación

La dotación es la cantidad de agua potable que un habitante consume en promedio todos los días(Orellana, 2005).

Esta dotación depende de factores como costumbres, nivel de educación, clima, usos públicos, otro factor a tomarse en cuenta es la condición climática del sitio. Por lo tanto, estarán en función de los diferentes niveles de servicio establecidos en la norma y que se indican en la Tabla 2.1 (Orellana, 2005).

Tabla 2.1. Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.

| NIVEL | SISTEMA | DESCRIPCION |
|-------|---------|---|
| 0 | AP | Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario. |
| | EE | |
| | AP | Grifos públicos |

| | | |
|------------|--|---|
| Ia | EE | Letrinas sin arrastre de agua |
| Ib | AP | Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño |
| | EE | Letrinas sin arrastre de agua |
| IIa | AP | Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa |
| | EE | Letrinas con o sin arrastre de agua |
| IIb | AP | Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa |
| | ERL | Sistema de alcantarillado sanitario |
| Simbología | AP Agua potable EE eliminación de excretas ERL eliminación de residuos sólidos | |

Fuente: (Orellana, 2005)

La comunidad de Tasqui en su gran mayoría tiene conexiones domiciliarias con más de un grifo por casa y pozos sépticos por lo que se elige el nivel de servicio como IIb (Tabla 2.2).

Tabla2.2. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

| NIVEL DE SERVICIO | CLIMA FRIO (l/hab*día) | CLIMA CALIDO (l/hab*día) |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Ia | 25 | 30 |
| Ib | 50 | 65 |
| | 60 | 85 |

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

Fuente:(Orellana, 2005)

Debido a que el nivel de servicio elegido es Iib la dotación correspondiente al clima es frio es 75 l/hab*día

2.5 Caudales de diseño

El caudal de aguas residuales de una población se compone por diferentes aportes estos son:

- Aguas residuales domésticas
- Aguas residuales industriales
- Aguas de infiltración
- Conexiones cerradas (López Cualla, 2004)

Según la Dalence(2001) el caudal de diseño para un sistema de alcantarillado es:

$$Q_d = Q_{max} + Q_i + Q_e \quad (2.1)$$

Donde:

Qd= Caudal de diseño

Qmax= caudal máximo horario

Qi= caudal por infiltración

Qe= caudal por conexiones erradas

2.5.1 Caudal máximo horario

Para determinar el caudal máximo horario primero se debe determinar el caudal medio diario de la siguiente forma:

2.5.1.1 Caudal medio diario:

Para determinar el caudal medio diario se usa la siguiente expresión:

$$Q_m = C * \frac{P * D}{86400} \quad (2.2)$$

Donde:

Q_m = caudal medio diario (l/s)

C = coeficiente de retorno

P = población

D = Dotación (l/h/d)

5.2.1.1.1 Coeficiente de retorno:

Según López Cualla (2004) el coeficiente de retorno varía entre el 60% al 80% de la dotación de agua potable según datos estadísticos. Etapa (2009) sugiere un valor para el coeficiente de retorno del 80%.

En ciertos casos para calcular el caudal máximo horario se debe tomar en cuenta también los aportes de industrias, comercios o instituciones, pero en el caso de Tasqui al no existir dichos aportes ya que no existen industrias, comercios e instituciones se tomará en cuenta solamente el aporte doméstico es decir el caudal medio diario y se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{max} = M * Q_{med} \quad (2.3)$$

Donde:

Q_{max} = caudal máximo horario

Q_m = caudal medio diario (l/s)

M = coeficiente de punta

2.5.1.2 Coeficiente de punta

Este coeficiente punta es una medida de seguridad debido a que en ciertas horas del día hay mayor consumo de agua especialmente en el medio día y en las primeras horas de la noche, esto produce una mayor descarga a la red de alcantarillado; ETAPA (2009) recomienda que para caudales menores a 4 l/s se utilice un valor de 4 y para caudales

mayores a 4l/s el valor se determine mediante la fórmula de Hammond que es la siguiente:

$$M = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \quad (2.4)$$

Donde:

P=Población futura (hab)

2.5.2 Caudal por infiltración

López Cualla (2004) nos dice que el caudal de infiltración es producido por la entrada de agua que se encuentra por debajo del nivel freático del suelo a través de las uniones entre tramos de tuberías, de fisuras en el tubo y en la unión con las estructuras de conexión como los pozos de inspección.

Este aporte depende de la permeabilidad del suelo, de la topografía tipo y calidad de las tuberías, así como el tipo de las uniones entre otros factores.

De acuerdo a las especificaciones técnicas de diseño de redes de alcantarillado para la ciudad de Cuenca de Etapa EP, se recomienda el valor de 1l/s/Km.

2.5.3 Caudal por conexiones erradas

EL aporte de caudal por conexiones erradas en un alcantarillado sanitario proviene en especial de las conexiones que equivocadamente se hacen de las aguas lluvias domiciliarias y de conexiones clandestinas (López Cualla, 2004).

La norma boliviana dice que el caudal por conexiones erradas será del 5% al 10% del caudal máximo horario de aguas residuales, de acuerdo a las especificaciones técnicas de diseño de redes de alcantarillado para la ciudad de Cuenca de Etapa EP, se recomienda el valor de 115 l/hab X día.

2.6 Profundidades y ubicación de las tuberías

La red de alcantarillado sanitario se diseñara de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las de agua potable debiendo dejarse una altura libre proyectada de 0.3m

cuando ellas sean paralelas y de 0.2m cuando se crucen, en lo posible las tuberías de la red sanitaria se colocara en lado opuesto de la calzada a aquel en el que se ha instalado la tubería de agua potable, generalmente al sur y al oeste del cruce de los ejes (SENAGUA, 2016).

Las profundidades deben ser suficientes para recoger las aguas servidas de las casas más bajas, cuando las tuberías soportaran tránsito vehicular, para su seguridad se considera un relleno mínimo de 1.20m (SENAGUA, 2016).

El diámetro mínimo que deberá usarse en un sistema de alcantarillado sanitario es de 0.2m y para las conexiones domiciliarias un diámetro mínimo de 0.1m con una pendiente mínima de 1% (SENAGUA, 2016).

Los tramos del colector tendrán tramos rectos y pendientes uniformes, debe existir un pozo de revisión en todo cambio de dirección y pendiente y en los puntos de intersección de los colectores, además la distancia máxima entre pozos de revisión depende del diámetro de las tuberías así se presenta la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Distancia máxima entre pozos

| DIAMETRO DE LA TUBERÍA (mm) | DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS (m) |
|------------------------------------|---|
| Menor a 350 | 100 |
| 400-800 | 150 |

Fuente: (Orellana, 2005)

2.7 Velocidades y rugosidad

Según la SENAGUA (2016) la velocidad mínima del flujo debe ser de 0.45 m/s siendo recomendable que sea mayor a 0.6m/s para evitar la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.

La velocidad máxima dependerá del tipo de material que se utiliza, para el cálculo de las velocidades se utiliza la ecuación de Manning (López Cualla, 2004).

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (2.5)$$

Donde:

V= velocidad media en la sección

R= Radio hidráulico

S= pendiente

n= coeficiente de rugosidad de Manning

De acuerdo a la norma SENAGUA (2016) la velocidad máxima permitida y la rugosidad recomendada de acuerdo al material que se utiliza son (Tabla 2.4):

Tabla 2.4. Velocidades y rugosidad según el material a utilizar

| MATERIAL | VELOCIDAD MAXIMA m/s | COEFICIENTE DE RUGOSIDAD |
|---|---------------------------------|---|
| Hormigón simple | 4 | 0,013 |
| Con uniones de mortero | 4 | |
| Con uniones de neopreno para nivel freático alto | 3-4 | 0,013 |
| Asbesto cemento | 4,5-5 | 0,011 |
| Plástico | 4,5 | 0,011 |

Fuente: (SENAGUA, 2016)

2.8 Análisis poblacional

Para el diseño de una red de alcantarillado sanitario es indispensable la determinación de la población beneficiaria del servicio y su distribución espacial, habiéndose determinado esta población con la aplicación de encuestas socio-económicas obteniendo un resultado de 361 personas como población actual.

Para el diseño del proyecto se utilizará la población futura.

2.8.1 Población futura

Según la (SENAGUA (2016) la población futura es el número de habitantes que se tendrá al final del periodo de diseño y para la estimación de esta de la población futura se harán proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos de los conocidos (proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, comparativo, etc.)

En el caso de la comunidad de Tasqui para la determinación de la población futura utilizaremos los métodos de proyección aritmética, exponencial, y geométrico con las expresiones correspondientes (Tabla 2.5):

Tabla 2.5. Formulas para la proyección de la población futura

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Proyección aritmética | $P_f = P_a + r * t$ |
| Proyección geométrica | $P_f = P_a(1 + r)^t$ |
| Proyección exponencial | $P_f = P_a e^{r*t}$ |

Fuente: (Dalence, 2001)

Donde:

$$P_f = \text{Poblacion futura}$$

$$P_a = \text{Poblacion actual}$$

$$r = \text{Tasa de crecimiento (decimal)}$$

$$t = \text{Periodo de tiempo cosiderado (años) (Dalence, 2001)}$$

2.8.1.1 Tasa de crecimiento (r)

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomarán como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales y recuentos sanitarios (Orellana, 2005).

Orellana (2005) recomienda que, a falta de datos, se adoptaran los siguientes valores de tasa de crecimiento (Tabla 2.6):

Tabla 2.6. Tasas de crecimiento poblacional

| REGIÓN GEOGRÁFICA | r(%) |
|-----------------------------------|-------------|
| Sierra | 1.0 |
| Costa, Oriente y Galápagos | 1.5 |

Fuente:(Orellana, 2005)

Para el caso de la comunidad de Tasqui al ser una comunidad ubicada en la región Sierra y de acuerdo a los datos del Censo de población y vivienda del 2010 el índice de crecimiento poblacional para la parroquia Sigsig es de 1.17% se tomará la recomendación de la Orellana (2005) y se adoptará un valor de índice de crecimiento poblacional $r= 1\%$ (Tabla 2.7).

Tabla 2.7. Resumen de la proyección de población de la comunidad de Tasqui

| r= | 1% | | Población | | | |
|-------------|-----------|-----|------------------|------------|-------------|----------|
| Año | t | Po | Aritmético | Geométrico | Exponencial | Promedio |
| 2017 | 0 | 361 | 361 | 361 | 361 | 361 |
| 2018 | 1 | 361 | 365 | 365 | 365 | 365 |
| 2019 | 2 | 361 | 368 | 368 | 368 | 368 |
| 2020 | 3 | 361 | 372 | 372 | 372 | 372 |
| 2021 | 4 | 361 | 375 | 376 | 376 | 376 |
| 2022 | 5 | 361 | 379 | 379 | 380 | 379 |
| 2023 | 6 | 361 | 383 | 383 | 383 | 383 |
| 2024 | 7 | 361 | 386 | 387 | 387 | 387 |
| 2025 | 8 | 361 | 390 | 391 | 391 | 391 |
| 2026 | 9 | 361 | 393 | 395 | 395 | 394 |
| 2027 | 10 | 361 | 397 | 399 | 399 | 398 |
| 2028 | 11 | 361 | 401 | 403 | 403 | 402 |
| 2029 | 12 | 361 | 404 | 407 | 407 | 406 |
| 2030 | 13 | 361 | 408 | 411 | 411 | 410 |

| | | | | | | |
|-------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2031 | 14 | 361 | 412 | 415 | 415 | 414 |
| 2032 | 15 | 361 | 415 | 419 | 419 | 418 |
| 2033 | 16 | 361 | 419 | 423 | 424 | 422 |
| 2034 | 17 | 361 | 422 | 428 | 428 | 426 |
| 2035 | 18 | 361 | 426 | 432 | 432 | 430 |
| 2036 | 19 | 361 | 430 | 436 | 437 | 434 |
| 2037 | 20 | 361 | 433 | 440 | 441 | 438 |

Fuente: Autores

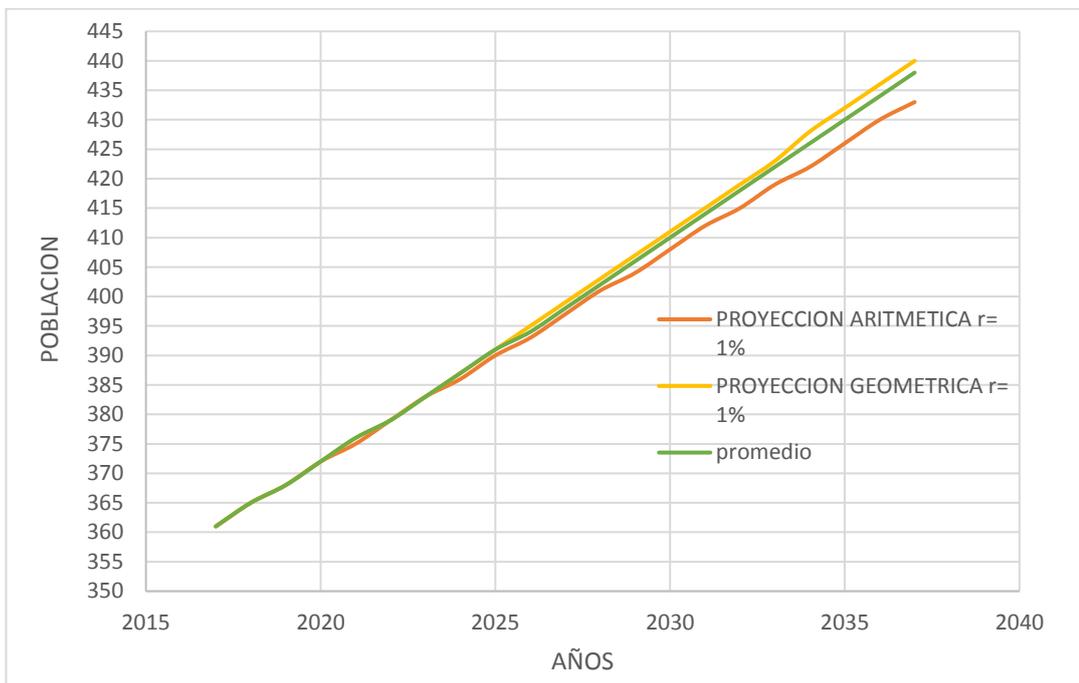


Figura 2.1. Grafico de proyección poblacional

Fuente: Autores

2.9 Densidad poblacional

Para la obtención de la densidad poblacional se utiliza la siguiente expresión:

$$D = \frac{Pf}{A} \quad (2.6)$$

Donde:

D= densidad poblacional

Pf= Población futura

A= área del proyecto en Ha.

2.10 Hidráulica de sistemas de alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado son conductores cerrados y deben diseñarse para trabajar a gravedad y a flujo libre, por lo general su diseño está sujeto a condiciones de flujo uniforme basado en la ecuación de Manning (Ruiz, Agosto 2008).

$$V = C * \sqrt{R * S} \quad (2.7)$$

Donde:

V= Velocidad media del agua en flujo uniforme (m/s).

C= Coeficiente de resistencia o fricción.

R= Radio hidráulico (m).

S= Pendiente de la línea de energía en flujo uniforme, en el fondo del canal.

Ecuación obtenida por Chezy en 1775, que por la dificultad de obtener un valor confiable del coeficiente C, no pudo ser utilizada, originalmente fue obtenida para su aplicación en canales y su validez se restringe al flujo uniforme (Ruiz, Agosto 2008).

2.10.1 Estimación del coeficiente de resistencia “C”

Debido a la dificultad para acertar el valor del coeficiente “C” de Chezy se obtiene experimentalmente en función del radio hidráulico R, de la pendiente del canal y de la naturaleza de las paredes del canal como se muestra en la Tabla 2.8 (Ruiz, Agosto 2008).

Tabla 2.8. Fórmulas para determinar el coeficiente “C” de Chezy:

| AUTOR | FÓRMULA | COMENTARIO |
|-------|---------|---|
| | | C se expresa en función del radio hidráulico “R” y la |

| | | |
|---------------------------|---|---|
| KUTTER, 1869. | $C = \frac{41.65 + \frac{0.00281}{S} + \frac{1.811}{n}}{1 + \frac{n}{\sqrt{R}} \left(41.65 + \frac{0.00281}{S} \right)}$ | pendiente “S” así como el coeficiente de rugosidad “n” cuyo valor aumenta con el grado aspereza del canal. Para pendientes del canal más inclinadas que 0.001 puede utilizarse sin incurrir en errores mayores. |
| BAZIN, 1987. | $C = \frac{157.6}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}}$ | Esta formula expresa el valor de C sin considerar la pendiente, donde R es el radio hidráulico y m el coeficiente de rugosidad. |
| MANNING, 1889. | $C = \frac{R^{1/6}}{n}$ | Robert Manning presenta una ecuación para determinar el valor de “C”, en función del radio hidráulico y la rugosidad del material de que se construya el canal. |

Fuente: (Ruiz, Agosto 2008)

2.10.2 Relación: calado de agua / diámetro de la tubería

En la hidráulica de los sistemas de alcantarillado, en tuberías circulares, se presenta la capacidad máxima cuando la relación que existe entre el calado de agua con respecto al diámetro de la tubería es semejante a 0,8 (ETAPA, 2009).

2.11 Flujo en tuberías a sección llena

Para el flujo de alcantarillas a sección llena se considera la ecuación de la continuidad:

$$Q = V * A \quad (2.8)$$

Donde:

Q= Caudal de la tubería a sección llena (m^3/s)

A= Área de la sección (m^2)

V= velocidad (m/s)

Aquí la velocidad estará definida por la ecuación de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (2.9)$$

Donde:

V= velocidad media en la sección

R= Radio hidráulico

S= pendiente

n= coeficiente de rugosidad de Manning

(Lopez Cualla, 2004).

2.12 Flujo en tuberías a sección parcialmente llena

El flujo normal en conductos circulares de alcantarillado esa sección parcialmente llena como podemos apreciar en la figura:

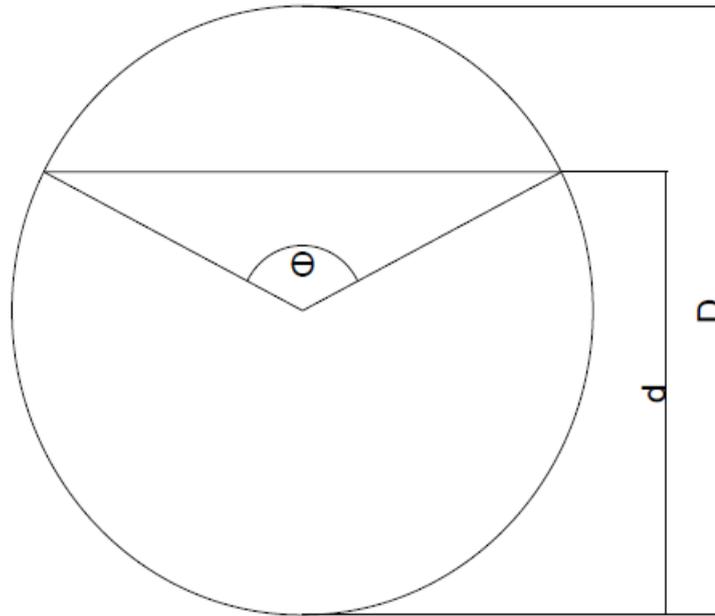


Figura 2.2. Flujo de agua a sección parcialmente llena

Fuente: Autores

Según ETAPA (2009), para los cálculos hidráulicos se diseña con una sección parcialmente llena con capacidad del 80% de la sección del tramo entonces:

$$\frac{d}{D} = 0.80 \quad (2.10)$$

Para el ángulo central:

$$\Theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2*d}{D}\right) \quad (2.11)$$

Para el cálculo del radio hidráulico:

$$Rh = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 * \sin \theta}{2 * \pi * \theta}\right) \quad (2.12)$$

Para la velocidad:

$$V = \frac{0.397 * D^{\frac{2}{3}}}{n} \left(1 - \frac{360 * \sin\theta}{2 * \pi * \theta} \right) * s^{1/2} \quad (2.13)$$

Para el calculo del caudal:

$$q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15 * n (2 * \pi * \theta)^{\frac{2}{3}}} ((2 * \pi * \theta - 360 * \sin\theta) * s^{1/2}) \quad (2.14)$$

Entonces las relaciones quedan establecidas de la siguiente forma:

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 * \sin\theta}{2 * \pi * \theta} \right)^{2/3} \quad (2.15)$$

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta}{360} - \frac{\sin\theta}{2 * \pi * \theta} \right) * \left(1 - \frac{360 * \sin\theta}{2 * \pi * \theta} \right)^{2/3} \quad (2.16)$$

Para garantizar un diseño optimo, es necesario tomar en cuenta estas relaciones correspondientes para coeficientes de rugosidad constante, sabiendo que el coeficiente de rugosidad en función directa del radio hidráulico (Tabla 2.9).

Tabla 2.9. Relaciones para coeficientes de rugosidad constantes.

| d/D | N/n |
|-----|-------|
| 0,1 | 0,82 |
| 0,2 | 0,795 |
| 0,3 | 0,78 |
| 0,4 | 0,78 |
| 0,5 | 0,8 |
| 0,6 | 0,82 |
| 0,7 | 0,85 |
| 0,8 | 0,89 |
| 0,9 | 0,93 |
| 1 | 1 |

Fuente: (Gomez Gavilanez , 2006)

Si hacemos un gráfico de dispersión y por medio de una línea de tendencia polinómica obtenemos una ecuación de variación N/n en función de d/D , con estos datos obtendremos una mayor exactitud en las relaciones de v/V y q/Q las mismas son las siguientes:

$$\frac{v}{V} = \frac{N}{n} * \frac{rh^{2/3}}{Rh} \quad (2.17)$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{N}{n} * \frac{a}{A} * \frac{rh^{2/3}}{Rh} \quad (2.18)$$

Obteniendo valores de v/V y q/Q para n constante y para n variable, mostrados en la Tabla 2.10:

Tabla 2.10. Propiedades hidráulicas

| d / D | n (constante) | | N/n | n (variable) | |
|-------|-----------------|-------|-------|----------------|-------|
| | v / V | q / Q | | v / V | q / Q |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,889 | 0,000 | 0,000 |
| 0,01 | 0,089 | 0,000 | 0,879 | 0,078 | 0,000 |
| 0,02 | 0,141 | 0,001 | 0,870 | 0,122 | 0,001 |
| 0,03 | 0,184 | 0,002 | 0,862 | 0,158 | 0,001 |
| 0,04 | 0,222 | 0,003 | 0,854 | 0,190 | 0,003 |
| 0,05 | 0,257 | 0,005 | 0,847 | 0,218 | 0,004 |
| 0,06 | 0,289 | 0,007 | 0,841 | 0,243 | 0,006 |
| 0,07 | 0,319 | 0,010 | 0,835 | 0,267 | 0,008 |
| 0,08 | 0,348 | 0,013 | 0,830 | 0,289 | 0,011 |
| 0,09 | 0,375 | 0,017 | 0,825 | 0,309 | 0,014 |
| 0,10 | 0,401 | 0,021 | 0,820 | 0,329 | 0,017 |
| 0,11 | 0,426 | 0,025 | 0,816 | 0,348 | 0,021 |
| 0,12 | 0,450 | 0,031 | 0,813 | 0,366 | 0,025 |
| 0,13 | 0,473 | 0,036 | 0,809 | 0,383 | 0,029 |
| 0,14 | 0,495 | 0,042 | 0,806 | 0,399 | 0,034 |
| 0,15 | 0,517 | 0,049 | 0,803 | 0,415 | 0,039 |
| 0,16 | 0,538 | 0,056 | 0,801 | 0,431 | 0,044 |
| 0,17 | 0,558 | 0,063 | 0,799 | 0,445 | 0,050 |
| 0,18 | 0,577 | 0,071 | 0,796 | 0,460 | 0,056 |
| 0,19 | 0,597 | 0,079 | 0,795 | 0,474 | 0,063 |
| 0,20 | 0,615 | 0,088 | 0,793 | 0,488 | 0,069 |
| 0,21 | 0,633 | 0,097 | 0,791 | 0,501 | 0,076 |
| 0,22 | 0,651 | 0,106 | 0,790 | 0,514 | 0,084 |
| 0,23 | 0,668 | 0,116 | 0,789 | 0,527 | 0,092 |
| 0,24 | 0,684 | 0,126 | 0,788 | 0,539 | 0,100 |
| 0,25 | 0,701 | 0,137 | 0,787 | 0,551 | 0,108 |
| 0,26 | 0,717 | 0,148 | 0,786 | 0,563 | 0,116 |
| 0,27 | 0,732 | 0,159 | 0,785 | 0,575 | 0,125 |
| 0,28 | 0,747 | 0,171 | 0,785 | 0,586 | 0,134 |
| 0,29 | 0,762 | 0,183 | 0,785 | 0,598 | 0,144 |
| 0,30 | 0,776 | 0,196 | 0,784 | 0,609 | 0,154 |
| 0,31 | 0,790 | 0,209 | 0,784 | 0,619 | 0,164 |
| 0,32 | 0,804 | 0,222 | 0,784 | 0,630 | 0,174 |

| | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,33 | 0,817 | 0,235 | 0,784 | 0,641 | 0,184 |
| 0,34 | 0,830 | 0,249 | 0,784 | 0,651 | 0,195 |
| 0,35 | 0,843 | 0,263 | 0,784 | 0,661 | 0,206 |
| 0,36 | 0,855 | 0,277 | 0,785 | 0,671 | 0,218 |
| 0,37 | 0,868 | 0,292 | 0,785 | 0,681 | 0,229 |
| 0,38 | 0,879 | 0,307 | 0,785 | 0,691 | 0,241 |
| 0,39 | 0,891 | 0,322 | 0,786 | 0,700 | 0,253 |
| 0,40 | 0,902 | 0,337 | 0,787 | 0,710 | 0,265 |
| 0,41 | 0,913 | 0,353 | 0,788 | 0,719 | 0,278 |
| 0,42 | 0,924 | 0,368 | 0,789 | 0,728 | 0,290 |
| 0,43 | 0,934 | 0,384 | 0,790 | 0,738 | 0,303 |
| 0,44 | 0,944 | 0,400 | 0,791 | 0,747 | 0,316 |
| 0,45 | 0,954 | 0,417 | 0,792 | 0,756 | 0,330 |
| 0,46 | 0,964 | 0,433 | 0,793 | 0,765 | 0,343 |
| 0,47 | 0,973 | 0,450 | 0,795 | 0,773 | 0,357 |
| 0,48 | 0,983 | 0,466 | 0,796 | 0,782 | 0,371 |
| 0,49 | 0,991 | 0,483 | 0,798 | 0,791 | 0,385 |
| 0,50 | 1,000 | 0,500 | 0,799 | 0,799 | 0,400 |
| 0,51 | 1,008 | 0,517 | 0,801 | 0,808 | 0,414 |
| 0,52 | 1,016 | 0,534 | 0,803 | 0,816 | 0,429 |
| 0,53 | 1,024 | 0,551 | 0,805 | 0,825 | 0,444 |
| 0,54 | 1,032 | 0,568 | 0,807 | 0,833 | 0,459 |
| 0,55 | 1,039 | 0,586 | 0,809 | 0,841 | 0,474 |
| 0,56 | 1,046 | 0,603 | 0,812 | 0,849 | 0,489 |
| 0,57 | 1,053 | 0,620 | 0,814 | 0,857 | 0,505 |
| 0,58 | 1,060 | 0,637 | 0,816 | 0,865 | 0,520 |
| 0,59 | 1,066 | 0,655 | 0,819 | 0,873 | 0,536 |
| 0,60 | 1,072 | 0,672 | 0,822 | 0,881 | 0,552 |
| 0,61 | 1,078 | 0,689 | 0,824 | 0,889 | 0,568 |
| 0,62 | 1,084 | 0,706 | 0,827 | 0,896 | 0,584 |
| 0,63 | 1,089 | 0,723 | 0,830 | 0,904 | 0,600 |
| 0,64 | 1,094 | 0,740 | 0,833 | 0,911 | 0,616 |
| 0,65 | 1,099 | 0,756 | 0,836 | 0,919 | 0,632 |
| 0,66 | 1,104 | 0,773 | 0,839 | 0,926 | 0,648 |
| 0,67 | 1,108 | 0,789 | 0,842 | 0,933 | 0,664 |
| 0,68 | 1,112 | 0,806 | 0,845 | 0,940 | 0,681 |
| 0,69 | 1,116 | 0,821 | 0,848 | 0,947 | 0,697 |
| 0,70 | 1,120 | 0,837 | 0,851 | 0,953 | 0,713 |
| 0,71 | 1,123 | 0,853 | 0,855 | 0,960 | 0,729 |

| | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,72 | 1,126 | 0,868 | 0,858 | 0,966 | 0,745 |
| 0,73 | 1,129 | 0,883 | 0,861 | 0,972 | 0,761 |
| 0,74 | 1,131 | 0,898 | 0,865 | 0,979 | 0,776 |
| 0,75 | 1,133 | 0,912 | 0,869 | 0,984 | 0,792 |
| 0,76 | 1,135 | 0,926 | 0,872 | 0,990 | 0,807 |
| 0,77 | 1,137 | 0,939 | 0,876 | 0,996 | 0,823 |
| 0,78 | 1,138 | 0,953 | 0,880 | 1,001 | 0,838 |
| 0,79 | 1,139 | 0,965 | 0,883 | 1,006 | 0,853 |
| 0,80 | 1,140 | 0,977 | 0,887 | 1,011 | 0,867 |

Fuente: (Gomez Gavilanez, 2006)

CAPITULO 3

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

La red de alcantarillado para la comunidad de Tasqui será un tipo de alcantarillado separado es decir que únicamente trasportará las aguas residuales sin transportar las aguas lluvias de la zona.

La red de alcantarillado consta de diferentes componentes para su buen funcionamiento entre los cuales se tiene:

- Tuberías
- Conexiones
- Anillos

También una red de alcantarillado consta de obras complementarias como son:

- Descargas domiciliarias
- Pozos de visita o de revisión
- Estructuras de caída
- Sifones invertidos (CONAGUA, 2009)

3.1 Obras complementarias:

3.1.1 Pozos de revisión:

son estructuras que permiten el acceso desde la calle al interior de un sistema de alcantarillado sanitario (SENAGUA, 2016).

Los pozos de revisión se colocaran en todos los cambios de dirección, de pendientes exceptuando el caso de alcantarillas curvas, la abertura superior del pozo será como mínimo 0.6m (SENAGUA, 2016).

Las distancias máximas entre los pozos dependerán del diámetro de la tubería como se explicó anteriormente, en el caso de la comunidad de Tasqui optamos como distancia máxima entre pozos de revisión la distancia de 100 metros debido a que nuestra tubería es de un diámetro de 200mm de PVC.

El diámetro del cuerpo del pozo dependerá del diámetro máximo de la tubería conectada al pozo (Tabla 3.1):

Tabla 3.1. Diámetro de pozos según diámetro de tubería

| Diámetro de la tubería mm | Diámetro del pozo m |
|----------------------------------|----------------------------|
| Menor o igual a 550 | 0.9 |
| Mayor a 550 | Diseño especial |

Fuente:(SENAGUA, 2016)

No es recomendable el uso de peldaños en los pozos y para acceder a las alcantarillas a través de los pozos de revisión es utilizando escaleras portátiles.

3.1.2 Conexiones domiciliarias:

Son las conexiones de las descargas de aguas residuales domiciliarias a los conductos (SENAGUA, 2016).

La conexión domiciliaria comienza con una estructura que es llamada caja domiciliaria la cual es utilizada para realizar acciones de limpieza a esta caja domiciliaria se conecta la conexión intradomiciliaria, la conexión domiciliaria se conecta al pozo mediante una tubería que debe estar a un ángulo de 45 grados en relación al eje principal del flujo, la sección mínima de la caja domiciliaria es de 0.6m * 0.6m.

3.2 Descripción de la red

El sistema de alcantarillado sanitario que se diseñó para la comunidad de Tasqui tiene como objetivo principal recolectar, transportar y evacuar las aguas servidas que provienen de uso doméstico por lo que se prohíbe la recolección de aguas lluvias.

Tomando en consideración los parámetros establecidos en los capítulos anteriores y luego de hacer un recorrido donde se pudo observar la dispersión de la población, así como su topografía y vías principales de la comunidad se optó por una red principal a lo largo de las principales vías de la comunidad, así como un sistema de red

condominial para tramos cortos que se encuentran en zonas alejadas de la vía donde resulta difícil el acceso de la maquinaria, trabajando así solamente a gravedad.

Revisando los parámetros establecidos y la normativa vigente se establecieron los siguientes datos hidráulicos para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Parámetros y criterios de diseño

| PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO (PVC) | | | |
|---|----------------|---------------|--------------|
| DATOS DE DISEÑO | SÍMBOLO | UNIDAD | VALOR |
| Población actual | Pa | hab | 361 |
| Tasa de crecimiento poblacional | R | % | 1 |
| Periodo de diseño | N | años | 20 |
| Población futura | Pf | hab | 440 |
| Área de aportación | A | ha | 74,09 |
| Densidad Poblacional | Dp | hab/ha | 6 |
| Dotación | Dot | lt/hab*día | 75 |
| Profundidad mínima de las tuberías | H | m | 1,2 |
| Velocidad mínima | Vmin | m/s | 0,45 |
| Velocidad máxima | Vmax | m/s | 4,5 |
| Coefficiente de rugosidad | N | adim. | 0,011 |
| Pendiente mínima | S | % | 1 |
| Diámetro mínimo | D min | mm | 200 |
| Caudal diseño mínimo | Qd min | l/s | 1,5 |
| Factor de retorno | F | adim. | 0,8 |
| Caudal de aguas ilícitas | Qil | l/hab*día | 115 |
| Caudal de infiltración | Qinf | l/s*km | 1 |
| Máxima altura/diámetro | H/D | adim. | 0,8 |
| Máxima relación caudales | Qr/Qc | adim. | 1 |

Fuente: Autores

El nuevo sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de Tasqui se realizó con la ayuda de una hoja de cálculo de Microsoft Excel haciendo cumplir los parámetros establecidos de velocidades, alturas para así obtener la red con sus respectivos diámetros, excavaciones y pendientes obteniéndose los siguientes resultados:

- La red está conformada por un conducto principal que a su vez la conforma dos tramos que siguen las vías principales. Estos tramos principales se conectan al alcantarillado existente, el sistema también la forman cinco tramos de red de alcantarillado condominial como se indica en la figura 3.1.



Figura 3.1. Redes de alcantarillado principal (naranja) y condominial (amarillo)

Fuente: Autores

- El material que se utiliza para las tuberías es de PVC debido a las profundidades resultando beneficioso para tener menores volúmenes de excavaciones y así disminuir el costo.
- El diámetro óptimo para la red de alcantarillado convencional es de 200mm y para los tramos de red condominial se ha considerado un diámetro de 160mm.
- Para optimizar el diseño y los costos de construcción del proyecto de alcantarillado sanitario de la comunidad de Tasqui y tener mayor cobertura del servicio, se proponen tramos de redes de alcantarillado condominial para zonas en las que existen grupos de viviendas que están relativamente alejadas de la

red principal. El sistema de alcantarillado condominial consiste en una red de tubería PVC de D=160mm y pozos de profundidades menores a 2 metros y D=600mm que transportan las aguas residuales de grupos de viviendas hasta la red principal.

- De acuerdo a la topografía de la comunidad de Tasqui y a un análisis de diferentes posibles soluciones para el diseño, se consideró conveniente realizar el cruce perpendicular de la red de alcantarillado por de una quebrada existente, dicho cruce se lo realiza en dos puntos, 1m por debajo del fondo del lecho de la quebrada y protegido por un bloque de hormigón, garantizando el correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario.
- Se garantizaron las pendientes adecuadas mayores al 1% establecidos en los parámetros anteriores, en la mayoría de tramos se estableció una pendiente cercana a la natural del terreno obteniendo velocidades que están dentro del rango aceptado para el tipo de material que se utilizó.
- La profundidad que se estableció para los pozos de cabeza es de 1.80 m para garantizar así un relleno mínimo de 1.20 m sobre la clave del tubo ya que se encuentra debajo de las vías principales de la comunidad y garantizar una conexión adecuada con las casas beneficiadas del servicio.
- En el anexo 2 se detallan los cálculos del diseño del alcantarillado sanitario, las pendientes, diámetros de tuberías y profundidades de pozos.
- En el anexo 3 se presentan los planos de perfil y planta del sistema de alcantarillado, los detalles de los pozos y las dimensiones de la planta de tratamiento.

Anexo 2: Cálculos del sistema de alcantarillado sanitario.

Anexo 3: Planos de perfil y planta del sistema de alcantarillado sanitario.

3.3 Manual de operación y mantenimiento

3.3.1 Objetivo

El objetivo principal del manual es proponer y establecer normas básicas para un adecuado mantenimiento y a la vez uso del sistema de alcantarillado de la comunidad de Tasqui.

3.3.2 Alcance

El manual deberá ser usado por las personas que se encuentren a cargo de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado para la comunidad de Tasqui.

3.3.3 Requisitos básicos

3.3.3.1 Registro de las redes de alcantarillado

Las personas que estén a cargo de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado deberán tener a su disposición los planos actualizados del sistema de alcantarillado tanto en planta como los perfiles, así como las ubicaciones referenciadas de los pozos y demás obras complementarias, también deberán disponer de los datos de las tuberías, así como son los diámetros, profundidades, tipo de material y fecha en la que fueron instaladas.

La actualización de esta información se hará cada vez que se realice cualquier tipo de obra como reparación o cuando al sistema se conecten nuevos beneficiados del sistema.

3.3.3.2 Personal

Es muy difícil dar el número exacto de personas que se destinen al mantenimiento del sistema de alcantarillado para la comunidad de Tasqui debido a que el número de personas depende de factores como es la extensión del sistema la disponibilidad del personal, ya que las personas destinadas para el mantenimiento y operación deben ser personas que estén preparados para dichos trabajos especialmente deben ser personas que físicamente estén aptas para los trabajos debido a que se deben cumplir con las normas de seguridad para así evitar posibles accidentes de los trabajadores.

Para el caso de la comunidad de Tasqui se recomienda que se delegue una cuadrilla de trabajadores los cuales sean entrenados en la rutina diaria, esta cuadrilla estará encargada de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado y podrá realizar cualquier tipo de intervención en el sistema.

3.3.4 Identificación de problemas

La cuadrilla responsable de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado debe conocer y estar familiarizado con los problemas más frecuentes que se dan en un sistema de alcantarillado los cuales son:

3.3.4.1 Obstrucciones:

Uno de los problemas más frecuentes son las obstrucciones en el sistema de alcantarillado debido a las grasas, raíces, piedras, plásticos, etc.

3.3.4.2 Pérdida de capacidad:

Este problema se da especialmente en los tramos de poca pendiente y de velocidades bajas produciéndose una capa de sedimentos en la tubería.

3.3.4.3 Roturas:

La rotura de un sistema de alcantarillado puede resultar de:

- Soporte inapropiado del tubo
- Fallas debidas a cargas vivas
- Movimiento del suelo
- Raíces

3.3.5 Operación de las redes de alcantarillado

La operación del sistema comienza cuando se recibe la estructura terminada, verificando que lo construido coincida con lo planteado en el proyecto, aquí el

representante de la cuadrilla de operación y mantenimiento debe realizar una inspección cualitativa y cuantitativa; La inspección cualitativa consiste en verificar las dimensiones longitudinales y transversales del sistema y la cuantitativa consiste en verificar entre otras cosas las pendientes.

3.3.5.1 Puesta en marcha:

Antes de que el sistema entre en funcionamiento se debe asegurar el libre paso de la totalidad de la sección es decir la red de alcantarillado debe ser limpiada eliminando los desperdicios y residuos de concreto y yeso.

3.3.5.2 Inspección:

La inspección de la red de alcantarillado se hace para conocer el grado de conservación que tiene la red de alcantarillado en especial las tuberías, la inspección del sistema de alcantarillado será visual con la utilización de linternas, espejos y equipo de protección personal, esta inspección debe hacerse cuando el colector no tenga flujo o cuando el flujo en el colector sea mínimo como sería entre la media noche y las cinco de la mañana; la inspección podría ayudarnos a conocer lo siguiente:

- La vejez de la tubería
- El grado de corrosión interna y externa
- Penetración de raíces en la tubería
- Limitación en la capacidad de transporte de las aguas
- Formación de depósitos en el fondo

También durante las obras de inspección se debe verificar el estado de las tapas de los pozos de revisión, la frecuencia con la que se inspeccione la red de alcantarillado dependerá de varios factores como tamaño de la cuadrilla, disponibilidad de los trabajadores, presupuesto, etc.

3.3.6 Mantenimiento de las redes de alcantarillado

El responsable del mantenimiento de la red de alcantarillado debe programar dos tipos de mantenimientos tanto el preventivo como el correctivo

3.3.6.1 Mantenimiento preventivo:

Este tipo de mantenimiento se hace especialmente en las viviendas de los beneficiados del sistema debido a que la mayoría de obstrucciones ocurren en las conexiones domiciliarias por lo que se hace las siguientes recomendaciones para evitar dichas obstrucciones:

- No verter a los lavaderos residuos de comida, papeles, plásticos, etc.
- No arrojar al inodoro papeles, toallas higiénicas, trapos, vidrios, aguas de lavado o con contenido de grasas.
- Las viviendas que cuentan con trampas de grasas internas deberán realizar la limpieza frecuente del recipiente de retención de grasas.

En el mantenimiento preventivo se debe realizar algunas actividades como:

Limpieza de trampa de grasas, limpieza de los colectores.

Para la limpieza de colectores se recomienda lo siguiente:

- Identificar los tramos más críticos es decir las tuberías con mayor antigüedad o mayor pendiente.
- Para aquellos tramos críticos la frecuencia de limpieza será de seis meses y para los demás tramos será de un año.
- En los tramos iniciales para que resulte una buena limpieza se deberá hacer con abundantes chorros de agua.
- La limpieza de las alcantarillas será de forma manual y se podrán emplear varillas de acero de 3/8" o de 1/2" y de 1 metro de longitud.
- Antes de ingresar a un tramo se debe retirar la tapa tanto aguas arriba como aguas abajo para que se ventilen y permitir la salida de gases venenosos que se producen en las alcantarillas.
- En tuberías de 150mm a 200mm se debe poner en práctica el represamiento del flujo esto quiere decir que se cierran las compuertas manejadas manualmente

y luego al levantarse dichas compuertas el agua represada ingresa violentamente a través de la tubería arrastrando los depósitos aguas abajo.

Durante el mantenimiento preventivo se debe limpiar las cajas de paso en los cambios de pendiente o de dirección con abundante agua por lo menos una vez al año.

3.3.6.2 Mantenimiento correctivo:

El mantenimiento correctivo es aquel que se ejecuta cuando las tuberías ya han sufrido o tienen algún tipo de problema entre los problemas más frecuentes tenemos:

3.3.6.2.1 Atoros:

Esto es cuando un tramo de la tubería es atorado por un objeto impidiendo el flujo total o parcial de las aguas servidas en estos casos se podrían seguir las siguientes recomendaciones:

- Ubicación de la tubería a ser intervenida
- Traslado del personal, equipo y herramientas a la zona identificada
- Señalización de la zona de trabajo
- Introducción de agua a presión
- Introducción de accesorios metálicos a la tubería

En el caso de que el problema persista se debería realizar lo siguiente:

- Determinar la longitud desde el pozo
- Excavar hasta encontrar la tubería
- Cortar la clave de la tubería en forma rectangular, para extraer el objeto obstruido.

En el caso de las conexiones domiciliarias también surgen este tipo de atoros y se realiza un tipo de desatoro muy similar con otro tipo de herramientas y estará a cargo de los propietarios o de los vecinos.

3.3.6.2.2 Reemplazo de colectores:

Otro de los problemas que surgen en un sistema de alcantarillado se debe a que las tuberías pueden estar rotas o tener un problema que amerite el reemplazo de la tubería para esto se puede seguir las siguientes recomendaciones:

- Traslado del personal, equipos y herramientas a la zona afectada
- Se debe hacer un desvío provisional para las aguas servidas
- Cerrar la tubería en el pozo correspondiente aguas arriba
- Excavación de la zanja
- Retiro de la tubería dañada
- Replanteo y nivelación de fondo de zanja, y respetar la pendiente de diseño
- Preparación de la cama de apoyo con arena compactada
- Instalación de la tubería con elementos de unión
- Destaponado de la tubería y se realiza la prueba hidráulica.
- Relleno y compactación de la zanja

Un problema similar que se presentan en los colectores es que estos necesitan reforzamiento para lo cual se siguen los pasos mencionados anteriormente a diferencia que se debe reforzar la tubería envés de cambiarla para lo cual se utiliza concreto con un $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ siendo necesario colocar un encofrado de madera o metálico que coincida con la campana de la tubería este refuerzo tiene un espesor de 7,5 cm; en otras oportunidades la tubería presenta grietas en su parte superior cubriéndolo con tubería de PVC(media luna) y vaciando luego con concreto.

3.3.6.2.3 Cambio y reposición de las tapas de los pozos

Las tapas deben ser cambiadas debido a muchos casos como deterioro de las mismas, porque han sido sustraídas por terceros o debido a que ahora deben soportar más peso por lo que se pueden seguir las siguientes recomendaciones:

- Rotura de pavimento en caso de que existiera
- En el caso de que el marco y/o tapa y/o techo del pozo se encuentra en mal estado ejecutar algunas o todas las siguientes sugerencias:

Cambio de marco y tapa del pozo: se procede a la instalación de brocal con concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y luego se coloca la tapa de concreto.

Reposición del techo del pozo: se rompe el techo del pozo deteriorado y se instala el techo del pozo prefabricado.

CAPITULO 4

EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EXISTENTE

4.1 Generalidades

4.1.1 Aguas residuales

Se define como aguas residuales domésticas aquellas que provienen de inodoros, regaderas, lavaderos y otros elementos domésticos; estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos que generalmente es materia orgánica, también está formada por sólidos sedimentables que es principalmente materia inorgánica, organismos patógenos y nutrientes (CONAGUA, 2009).

Sistema de tratamiento o depuración de aguas residuales: Un sistema de tratamiento tiene como objetivo remover características indeseables de las aguas residuales para cumplir con los requisitos de calidad del cuerpo.

Entre otros objetivos del sistema de tratamiento de aguas residuales se tiene proteger la salud de la comunidad y brindarles bienestar.

4.2 Caracterización de las aguas residuales

Realizar una caracterización de aguas residuales tiene como objetivo principal determinar las características físicas, biológicas y químicas del agua además se puede determinar la composición y concentración de los constituyentes del agua residual, la caracterización del agua residual es la base con la que debemos iniciar el diseño de la planta de tratamiento.

Para la caracterización de las aguas residuales se hicieron muestreos en los puntos de descarga del sistema de alcantarillado sanitario del Sigsig debido a que el alcantarillado diseñado en la comunidad de Tasqui se une a este sistema para su tratamiento.

Las muestras de agua tomadas para la caracterización del agua han sido levantadas en campo, a través de tres campañas realizadas durante 24 horas continuas en las dos descargas más importantes del sistema, las mismas que fueron analizadas en un

laboratorio calificado de la ciudad de Cuenca por parte del consultor, el Ing. Manuel Martínez.

A continuación, se presenta un resumen de los principales valores de parámetros representativos de la calidad de las aguas residuales generadas (Tabla 4.1):

Tabla 4.1. Parámetros y criterios de diseño.

| RESULTADOS | | | | | | |
|------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| Parámetros | Unidad | Muestra | Muestra 2 | | Muestra 3 | |
| | | 1 | | | | |
| | | Descarga | Descarga | Descarga | Descarga | Descarga |
| | | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| DBO5 | mg/L | 99 | 69 | 59 | 60 | 64 |
| DQO | mg/L | 202 | 159 | 153 | 161 | 133 |
| SOLIDOS TOTALES | mg/L | 305 | 294 | 228 | 515 | 219 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS | mg/L | 22 | 57 | 48 | 325 | 51 |
| COLIFORMES TOTALES | NMP/100mL | 9.20E+07 | 1.60E+07 | 3.30E+07 | 1.60E+07 | 9.20E+07 |

Fuente: Estudio existente del diseño de alcantarillado

Anexo 4: Caracterización de aguas residuales.

En estos resultados se puede evidenciar que el agua residual se presenta bastante diluida, ya que los valores de DBO5 y DQO tienen valores por debajo de la concentración que se indica como valores típicos de un agua residual de tipo doméstica (220 mg/L de DBO5) (“Memoria Técnica Definitiva SIGSIG,” n.d.).

La relación entre DBP5/DQO, por lo general está en un rango entre 0.37 a 0.50, lo que nos indica que estas aguas pueden ser tratadas mediante métodos biológicos.

La relación entre los sólidos suspendidos (SST) y los sólidos totales, se presenta en un rango muy amplio, entre 0,07 a 0,63; representando este resultado, la necesidad de contar con un sistema que resulte flexible para operar en su etapa de pre-tratamiento, con concentraciones bajas o altas de sólidos sedimentables; y, simultáneamente disponga de una etapa de tratamiento biológico con capacidad de atender la correspondiente variación en la contribución de materia orgánica presente en forma disuelta.

En relación a la calidad microbiológica, se aproxima más a las concentraciones medias típicas para aguas residuales domésticas; sin embargo, en el presente proyecto este parámetro reviste de alta importancia, debido al hecho de que el río Santa Bárbara tiene un uso recreacional, tanto para la ciudad de Sigüig, como para otras ciudades a lo largo de su recorrido. Por lo tanto, de acuerdo con el tipo de tratamiento que se adopte para la futura PTAR, se requerirá que el efluente tenga una eficiencia de remoción de microorganismos a valores de concentraciones seguras, a fin de cumplir con los requisitos que imponen la Norma de Calidad Ambiental para la disposición de efluentes en los cursos de agua dulce destinados a este tipo de uso como se muestra en la Tabla 4.2 (“Memoria Técnica Definitiva SIGSIG,” n.d.).

Tabla 4.2. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|--|----------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Aceites y Grasas. | Sust. solubles en hexano | mg/l | 30,0 |
| Alkil mercurio | | mg/l | No detectable |
| Aluminio | Al | mg/l | 5,0 |
| Arsénico total | As | mg/l | 0,1 |
| Bario | Ba | mg/l | 2,0 |
| Boro Total | B | mg/l | 2,0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,02 |
| Cianuro total | CN ⁻ | mg/l | 0,1 |
| Cinc | Zn | mg/l | 5,0 |
| Cloro Activo | Cl | mg/l | 0,5 |
| Cloroformo | Ext. carbón cloroformo ECC | mg/l | 0,1 |
| Cloruros | Cl | mg/l | 1 000 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,5 |
| Coliformes Fecales | NMP | NMP/100 ml | Remoción > al 99,9 % |
| Color real | Color real | unidades de color | * Inapreciable en dilución: 1/20 |
| Compuestos fenólicos | Fenol | mg/l | 0,2 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,5 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | 50,0 |
| Demanda Química de Oxígeno | DQO | mg/l | 100,0 |

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|------|----------|
| Estaño | Sn | mg/l | 5,0 |
| Fluoruros | F | mg/l | 5,0 |
| Fósforo Total | P | mg/l | 10,0 |
| Hierro total | Fe | mg/l | 10,0 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 20,0 |
| Manganeso total | Mn | mg/l | 2,0 |
| Materia flotante | Visibles | | Ausencia |
| Mercurio total | Hg | mg/l | 0,005 |
| Níquel | Ni | mg/l | 2,0 |
| Nitrógeno amoniacal | N | mg/l | 30,0 |
| Nitrógeno Total Kjeldahl | N | mg/l | 50,0 |
| Compuestos Organoclorados | Organoclorados totales | mg/l | 0,05 |
| Compuestos Organofosforados | Organofosforados totales | mg/l | 0,1 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,1 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,2 |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 5-9 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,1 |
| Sólidos Suspendidos Totales | SST | mg/l | 80,0 |
| Sólidos totales | ST | mg/l | 1 600 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁻² | mg/l | 1000 |
| Sulfuros | S ⁻² | mg/l | 0,5 |
| Temperatura | °C | | < 35 |
| Tensoactivos | Activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Tetracloruro de carbono | Tetracloruro de carbono | mg/l | 1,0 |

Fuente: (Libro VI, Anexo 1, Tabla 10)

4.3 Alternativa para el tratamiento de las aguas residuales de la comunidad de Tasqui

Las aguas residuales provenientes de la comunidad de Tasqui que serán transportadas por el sistema de alcantarillado diseñado que se conectarán al sistema de alcantarillado existente del cantón Sigsig, debido a esto se utilizará la alternativa para el tratamiento de las aguas residuales existente en el cantón Sigsig.

En los estudios realizados en el año 2012 por parte del consultor, se presentaron alternativas para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del cantón Sigsig y por consiguiente ahora también tratarán las aguas residuales que provienen de la parroquia de Tasqui.

Entre todas las alternativas que se dieron en el estudio realizado se optó por la alternativa más conveniente considerando los siguientes aspectos:

- Área necesaria
- Costo total

- Costo de operación y mantenimiento
- Evaluación económica financiera

De esta manera la alternativa que se dio para el tratamiento de las aguas residuales del sistema de alcantarillado de la ciudad de Sigsig y que por consiguiente servirá y se utilizará para tratar las aguas residuales provenientes de la comunidad de Tasqui es un tratamiento que se compone por fosas sépticas y filtros anaerobios.

La alternativa de tratamiento consta de las siguientes etapas:

- Pre tratamiento: tiene el objetivo de realizar el desbaste de sólidos, arenas, y material flotante.
- Tratamiento primario: el objetivo es la remoción de sólidos suspendidos sedimentables y de la fracción de materia orgánica particulada, también en esta etapa se hará la digestión de lodos que se acumulan en el fondo.
- Tratamiento secundario: es utilizado para la depuración biológica de la fracción disuelta de materia orgánica.

Además, la planta de tratamiento de aguas residuales contará con un sistema de extracción de lodos de las unidades de tratamiento, el cual será un sistema hidráulico común que atienda a todas las unidades dándole autonomía a la planta de tratamiento para la extracción de lodos, llevándolos hasta un pozo general desde el cual con un sistema de bombeo se los elevara hasta la zona de deshidratación.

El sistema hidráulico está conformado por válvulas, accesorios, tuberías de características y dimensiones adecuadas, también consta de bombas (una de emergencia); remplazando los camiones hidro-succionadores reduciendo costos en el manejo y disposición final de lodos.

El sistema de deshidratación de lodos consistirá en lechos de secado.

4.4 Características de la alternativa fosas sépticas y filtros anaerobios

Esta alternativa está compuesta por un pre-tratamiento, tratamiento primario, secundario, desinfección, un sistema de extracción y bombeo de lodos.

Pre-tratamiento: estará formado por una estructura la cual constará de:

- El cajón de ingreso que permite la disipación de la energía en la llegada del emisario de aguas residuales;
- El vertedero de excesos de caudal afluente, que se originará durante los períodos de lluvia debido a la capacidad de transporte del emisario de aguas residuales.
- La rejilla de desbaste de sólidos;
- El desarenador, el cual dispondrá en su interior de un deflector de grasas; y, en su salida de un vertedero tipo Sutro.
- Paso directo (By Pass) de las aguas residuales hacia el tratamiento primario, el cual permitirá sacar de servicio al desarenador, durante su mantenimiento;
- Caja de salida y distribución a las unidades de tratamiento primario

Tratamiento primario: estará formado por un conjunto de cuatro fosas sépticas prismáticas de doble cámara, las cuales fueron diseñadas para que las condiciones hidráulicas y geométricas maximicen la decantación de sólidos suspendidos; logrando una digestión anaerobia estableciendo un tiempo de retención adecuado; el vaciado será a gravedad con una inclinación en el fondo que ayudara al arrastre de lodos desde las fosas hasta una tolva desde donde mediante el sistema hidráulico de extracción se transportará hasta el cárcamo de bombeo.

Tratamiento secundario: Este parte del tratamiento se hará con la ayuda de una batería de cuatro filtros anaerobios descubiertos que operan en paralelo, desde donde mediante el sistema hidráulico de extracción se transportará hasta el cárcamo de bombeo. Esta parte del tratamiento permitirá que la materia orgánica soluble e hidrolizada de las aguas residuales luego que estuvieron en las fosas sépticas, sea adsorbida en la película biológica que se desarrolla adherida al lecho de soporte de piedra (2,5 a 10 cm) y por abundantes flóculos biológicos que se forman en los intersticios del material de soporte.

Desinfección: Las aguas tratadas serán desinfectadas antes de su descarga reduciendo así los microorganismos con la aplicación de dosis de cloro gas, dosis que van de 1 a 1.5 mg/L, en una cámara de contacto.

Sistema hidráulico de extracción de lodos: Cuando los lodos alcancen el grado máximo de colmatación en el fondo de las fosas sépticas y los filtros anaerobios serán extraídos mediante una serie de tuberías y accesorios que se descargara, por efecto de

la presión hidrostática hacia un cárcamo de bombeo de lodos, ubicado junto a las unidades de tratamiento.

Sistema de bombeo de lodos: se bombearán los lodos desde el cárcamo de bombeo hacia los lechos de secado mediante bombas centrífugas sumergibles. La geometría del impulsor será de doble álabe y semi abierto, la cual permite que funcionen con lodos de concentraciones de sólidos hasta del 9%, superiores a las esperadas en el proyecto (en torno de 2%); y, debido a la geometría y paso de los álabes, resultan inatascables.

Lecho de secado de lodos: El sistema de deshidratación de lodos aprovechará las condiciones locales de clima, consistirá en dos lechos de secado. Estas unidades permitirán una reducción importante del volumen de lodo digerido y una elevada concentración ($> 20\%$ de sólidos), para ser manejado manualmente con pala y transportarse en volquetes hasta el relleno sanitario de la ciudad.

El área necesaria para la alternativa de tratamiento es de 2740 m² con un costo total aproximado de 679.168,85 dólares.

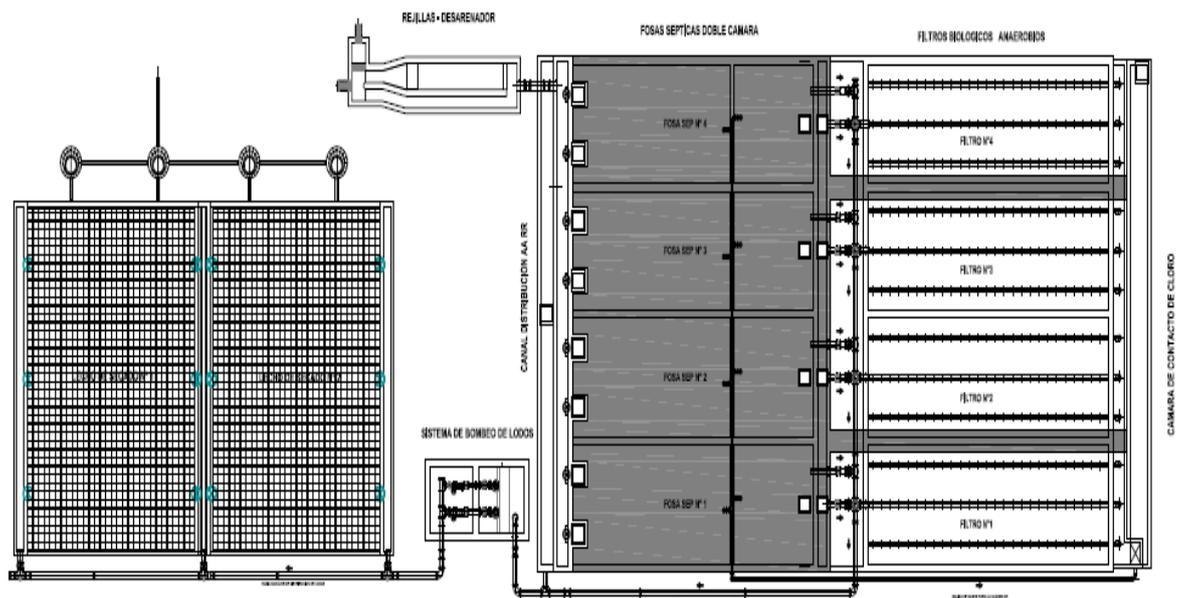


Figura 4.1. Planta de tratamiento vista en planta.

Fuente: Estudio existente del diseño de alcantarillado.

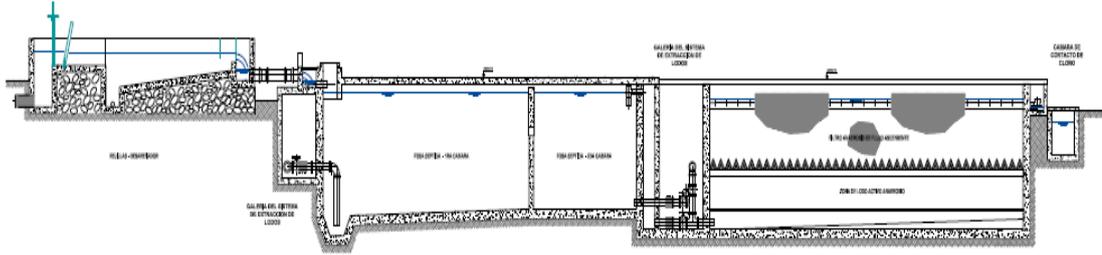


Figura 4.2. Planta de tratamiento vista en perfil.

Fuente: Estudio existente del diseño de alcantarillado.

4.5 Comportamiento de la alternativa para el tratamiento con la incorporación de la nueva red de alcantarillado

Entre los criterios de diseño que se optaron para el diseño de la planta de tratamiento esta una dotación de 256 L/hab día teniendo como resultados ciertas longitudes y características de las diferentes unidades de tratamiento como son fosas sépticas, filtros anaerobios, etc. Estos resultados se pueden observar a detalle en los anexos.

Para evaluar el comportamiento que tendrá la planta de tratamiento con el nuevo caudal proveniente de la comunidad de Tasqui, se establecerá una dotación de 200 L/hab día considerando que la dotación de 256 L/hab día es demasiado grande.

Con esta dotación de 200 L/hab día se volverá a calcular las longitudes y características de las diferentes unidades de tratamiento como son fosas sépticas, filtros anaerobios, etc. Estos cálculos se pueden observar a detalle en los anexos.

Como se puede observar al momento de calcular las dimensiones y características de la planta de tratamiento con la nueva dotación tenemos como resultado que:

- Las dimensiones calculadas con la nueva dotación son menores a las dimensiones originales de la planta de tratamiento.

Por lo que la planta de tratamiento original presentada en los planos anteriores y diseñada por el contratista puede tratar las nuevas aguas residuales provenientes de la comunidad de Tasqui sin que sufra ningún tipo de modificación esto se debe principalmente a los siguientes factores:

- La dotación con la que fue diseñada la planta de tratamiento (256 L/hab día) es muy alta por lo que se sobredimensionó la planta de tratamiento.
- La población de Tasqui que genera el caudal adicional a tratar en la planta de tratamiento es de 440 personas lo que representa apenas el 7,40% de la población para la que fue diseñada la planta de tratamiento, es decir esta nueva población adicional es baja por lo que no tiene demasiado peso en el dimensionamiento.

Los cálculos de comprobación del diseño existente de la planta de tratamiento se presentan en el anexo 5.

Anexo 5: Cálculos de comprobación de la planta de tratamiento.

CAPITULO 5

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

5.1 Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios se considera como el costo de una actividad por unidad de medida. Dentro del análisis de precios unitarios, generalmente están considerados valores correspondientes a los materiales, la mano de obra, equipos y herramientas.

El análisis de precios unitarios se presenta en el anexo 5.

Anexo 6: Análisis de precios unitarios

5.2 Presupuesto

El presupuesto del proyecto es la suma total de dinero con el que se cubrirían todos los gastos para la ejecución del mismo, se calcula de acuerdo a las cantidades de obra estimadas y a los precios unitarios obtenidos en el análisis previo (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Presupuesto del proyecto

| PRESUPUESTO | | | | | | |
|--------------------|--------|--|--------|----------|--------------|------------------|
| Item | Código | Descripción | Unidad | Cantidad | P. Unitario | P. Total |
| 1 | | REDES DE ALCANTARILLADO | | | | 337250.3 |
| 1.001 | | ALCANTARILLADO CONVENCIONAL | | | | 309453.35 |
| 001.001.001 | | OBRAS PRELIMINARES | | | | 8940.39 |
| 001.001.001.001 | 520002 | Desbroce y limpieza | m2 | 2298.76 | 1.59 | 3655.03 |
| 001.001.001.002 | 522037 | Replanteo y nivelación | m | 4597.51 | 0.81 | 3723.98 |
| 001.001.001.003 | 530029 | Corte de calzada de asfalto | m | 982 | 1.59 | 1561.38 |
| 001.001.002 | | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 156298.11 |
| 001.001.002.001 | 502002 | Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m | m3 | 244.09 | 11.85 | 2892.47 |
| 001.001.002.002 | 502003 | Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m | m3 | 47.69 | 14.04 | 669.57 |
| 001.001.002.003 | 502004 | Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 4 y 6 m | m3 | 0.3 | 16.4 | 4.92 |
| 001.001.002.004 | 502007 | Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m | m3 | 27.12 | 14.65 | 397.31 |

| | | | | | | |
|-----------------|--------|--|-------|---------|---------------|-----------------|
| 001.001.002.005 | 502008 | Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 2 y 4 m | m3 | 5.3 | 21.06 | 111.62 |
| 001.001.002.006 | 502009 | Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 4 y 6 m | m3 | 0.03 | 25.45 | 0.76 |
| 001.001.002.007 | 503001 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad, | m3 | 3607.15 | 2.99 | 10785.38 |
| 001.001.002.008 | 503016 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad, | m3 | 704.82 | 3.15 | 2220.18 |
| 001.001.002.009 | 503004 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 4 a 6 m de profundidad, | m3 | 4.47 | 3.35 | 14.97 |
| 001.001.002.010 | 503002 | Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad, | m3 | 1030.62 | 4.1 | 4225.54 |
| 001.001.002.011 | 503014 | Excavación mecánica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad, | m3 | 201.38 | 4.85 | 976.69 |
| 001.001.002.012 | 503006 | Excavación mecánica en suelo conglomerado de 4 a 6 m de profundidad, | m3 | 1.28 | 5.95 | 7.62 |
| 001.001.002.013 | 503010 | Excavación mecánica en roca de 0 a 2 m, de profundidad, | m3 | 103 | 172.35 | 17752.05 |
| 001.001.002.014 | 503011 | Excavación mecánica en roca de 2 a 4 m, de profundidad, | m3 | 10 | 173.15 | 1731.5 |
| 001.001.002.015 | 503013 | Excavación mecánica en roca de 4 a 6 m, de profundidad, | m3 | 0.64 | 173.99 | 111.35 |
| 001.001.002.016 | 514004 | Relleno compactado | m3 | 4543.62 | 4.54 | 20628.03 |
| 001.001.002.017 | 514001 | Tapado de zanjas con maquina | m3 | 1363.1 | 1.85 | 2521.74 |
| 001.001.002.018 | 540121 | Tapado manual de zanjas | m3 | 908.72 | 4.51 | 4098.33 |
| 001.001.002.019 | 535200 | Material de Reposición (Incluye esponjamiento) | m3 | 2271.81 | 11.79 | 26784.64 |
| 001.001.002.020 | 535199 | Material de Reposición Subbase clase 2 (Incluye esponjamiento) | m3 | 273 | 16.59 | 4529.07 |
| 001.001.002.021 | 513001 | Cargada de material a mano | m3 | 227.18 | 7.81 | 1774.28 |
| 001.001.002.022 | 513003 | Cargada de Material a maquina | m3 | 2044.63 | 1.21 | 2474 |
| 001.001.002.023 | 513002 | Transporte de material hasta 5km | m3 | 1000 | 2.39 | 2390 |
| 001.001.002.024 | 513004 | Transporte de materiales más de 5 Km | m3-km | 5000 | 0.31 | 1550 |
| 001.001.002.025 | 523002 | Entibado Discontinuo | m2 | 1839 | 5.78 | 10629.42 |
| 001.001.002.026 | 503018 | Rotura de roca con mortero expansivo incluye perforación | m3 | 0.5 | 50.33 | 25.17 |
| 001.001.002.027 | 535173 | Tendido y compactado de material de mejoramiento con equipo pesado | m3 | 273 | 4.7 | 1283.1 |
| 001.001.002.028 | 514006 | Relleno compactado a mano | m3 | 2184 | 5.33 | 11640.72 |
| 001.001.002.029 | 514008 | Relleno compactado con mejoramiento | m3 | 1092 | 22.04 | 24067.68 |

| | | | | | | |
|--------------------|--------|--|------|--------|---------------|-----------------|
| 001.001.003 | | SUMINISTRO-INSTALACION TUBERIA PVC | | | | 91967.38 |
| 001.001.003.001 | 535777 | Sum, Tubería PVC para Alcant, U/E D=200 mm serie 5. Tipo B. | m | 4550 | 11.45 | 52097.5 |
| 001.001.003.002 | 509037 | Colocación Tubería PVC Alcant. D=200 mm | m | 4550 | 1.26 | 5733 |
| 001.001.003.003 | 522001 | Abatimiento del nivel freático | Hora | 100 | 6.78 | 678 |
| 001.001.003.004 | 540A3U | Sum, y colocación Arena para tubería | m3 | 1092 | 30.64 | 33458.88 |
| 001.001.004 | | POZOS DE REVISION | | | | 41750.3 |
| 001.001.004.001 | 534007 | Pozo de revisión de h=0 a 1,5 m, Tapa y Brocal tipo A | u | 1 | 329.48 | 329.48 |
| 001.001.004.002 | 534006 | Pozo de revisión de h=0 a 2,0 m, Tapa y Brocal tipo A | u | 53 | 372.94 | 19765.82 |
| 001.001.004.003 | 534001 | Pozo de revisión de h=0 a 2,5 m, Tapa y Brocal tipo A | u | 24 | 434.54 | 10428.96 |
| 001.001.004.004 | 534002 | Pozo de revisión de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A | u | 9 | 492.3 | 4430.7 |
| 001.001.004.005 | 534003 | Pozo de revisión de h=0 a 3,5 m, Tapa y Brocal tipo A | u | 6 | 555.83 | 3334.98 |
| 001.001.004.006 | 534004 | Pozo de revisión de h=0 a 4,0 m, Tapa y Brocal tipo A | u | 1 | 627.4 | 627.4 |
| 001.001.004.007 | 534005 | Pozo de revisión de h=0 a 4,5 m, Tapa y Brocal tipo A | u | 4 | 708.24 | 2832.96 |
| 001.001.005 | | CATASTRO | | | | 1096.18 |
| 001.001.005.001 | 580040 | Catastro de alcantarillado | Km | 4.6 | 238.3 | 1096.18 |
| 001.001.006 | | HORMIGONES | | | | 671.7 |
| 001.001.006.001 | 506011 | Hormigón Simple 140 Kg/cm2 | m3 | 4.3 | 123.43 | 530.75 |
| 001.001.006.002 | 506003 | Hormigón Simple 210 Kg/cm2 | m3 | 1 | 140.95 | 140.95 |
| 001.001.007 | | ASFALTO | | | | 8729.29 |
| 001.001.007.001 | 530003 | Reposición calzada de asfalto | m3 | 44.19 | 197.54 | 8729.29 |
| 1.002 | | ALCANTARILLADO CONDOMINIAL | | | | 27796.95 |
| 001.002.001 | | OBRAS PRELIMINARES | | | | 1321.72 |
| 001.002.001.001 | 520002 | Desbroce y limpieza | m2 | 411.75 | 1.59 | 654.68 |
| 001.002.001.002 | 522037 | Replanteo y nivelación | m | 823.5 | 0.81 | 667.04 |
| 001.002.002 | | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 13218.32 |
| 001.002.002.001 | 502002 | Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m | m3 | 26.35 | 11.85 | 312.25 |
| 001.002.002.002 | 503001 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad, | m3 | 400.55 | 2.99 | 1197.64 |

| | | | | | | |
|--------------------|--------|--|------|--------|--------|------------------|
| 001.002.002.003 | 503002 | Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad, | m3 | 100.14 | 4.1 | 410.57 |
| 001.002.002.004 | 514004 | Relleno compactado | m3 | 205.88 | 4.54 | 934.7 |
| 001.002.002.005 | 514001 | Tapado de zanjas con maquina | m3 | 123.5 | 1.85 | 228.48 |
| 001.002.002.006 | 540121 | Tapado manual de zanjas | m3 | 82.35 | 4.51 | 371.4 |
| 001.002.002.007 | 535200 | Material de Reposición (Incluye esponjamiento) | m3 | 205.88 | 11.79 | 2427.33 |
| 001.002.002.008 | 513001 | Cargada de material a mano | m3 | 20.59 | 7.81 | 160.81 |
| 001.002.002.009 | 513003 | Cargada de Material a maquina | m3 | 185.28 | 1.21 | 224.19 |
| 001.002.002.010 | 513002 | Transporte de material hasta 5km | m3 | 205.88 | 2.39 | 492.05 |
| 001.002.002.011 | 514006 | Relleno compactado a mano | m3 | 395.04 | 5.33 | 2105.56 |
| 001.002.002.012 | 514008 | Relleno compactado con mejoramiento | m3 | 197.52 | 22.04 | 4353.34 |
| 001.002.003 | | SUMINISTRO Y COLOCACION TUBERIA PVC (DESAGUE) | | | | 12353.31 |
| 001.002.003.001 | 535020 | Sum, Tubería PVC Desagüe D=160 mm | m | 823.5 | 5.63 | 4636.31 |
| 001.002.003.002 | 540013 | Colocacion Tubería PVC Alcant. D=160 mm | m | 823.5 | 0.64 | 527.04 |
| 001.002.003.003 | 535135 | Sum, Tee PVC Desague D=160 mm | u | 55 | 4.25 | 233.75 |
| 001.002.003.004 | 509032 | Colocación Accesorios PVC para alcantarillado | u | 20 | 11.31 | 226.2 |
| 001.002.003.005 | 522001 | Abatimiento del nivel freático | Hora | 100 | 6.78 | 678 |
| 001.002.003.006 | 540A3U | Sum, y colocación Arena para tubería | m3 | 197.52 | 30.64 | 6052.01 |
| 001.002.004 | | POZO DE REVISION | | | | 903.6 |
| 001.002.004.001 | 529021 | Pozo de revisión con tubo D=600 mm | u | 10 | 90.36 | 903.6 |
| SUBTOTAL | | | | | | 337250.3 |
| IVA | | | | | 12.00% | 40470.04 |
| TOTAL | | | | | | 377720.34 |

Son: TRESIENTOS SETENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS VEINTE CON 34/100 DÓLARES

5.3 Fórmula de reajuste de precios

De acuerdo con la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, el proyecto de alcantarillado sanitario para la comunidad de Tasqui está sujeto al sistema

de reajuste de precios para lo cual se considera la fórmula polinómica que se presenta a continuación:

Tabla 5.2. Fórmula Polinómica

Descripción de la Fórmula Polinómica

| Término | Descripción | Costo Directo | Coefficiente |
|-----------------|---|----------------------|---------------------|
| A | Tubos y accesorios de PVC - Para alcantarillado | 47378.2 | 0.176 |
| B | Mano de Obra | 76139.42 | 0.282 |
| D | Cemento Portland - Tipo I - Sacos | 11031.58 | 0.041 |
| E | Equipo y maquinaria de Construc. vial | 36086.03 | 0.134 |
| F | Acero en barras (Modif) | 3494.4 | 0.013 |
| H | Betún petróleo (Asfalto) (O) | 4971.38 | 0.018 |
| M | Madera aserrada, cepillada y/o escuadrada (preparada) | 5340.86 | 0.02 |
| P | Materiales pétreos (Azuay) | 62853.22 | 0.233 |
| X | Índice de Precios al Consumidor Urbano - Cuenca | 22314.34 | 0.083 |
| Totales: | | 269609.43 | 1 |

$$PR = P0 (0.176 A1/A0 + 0.282 B1/B0 + 0.041 D1/D0 + 0.134 E1/E0 + 0.013 F1/F0 + 0.018 H1/H0 + 0.020 M1/M0 + 0.233 P1/P0 + 0.083 X1/X0)$$

| Término | Descripción | Salario Ley | Salario Efectivo | Horas Hombre | Costo Directo | Coefficiente |
|-----------------|---|--------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| B - 401 | ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 | 3.26 | 3.41 | 15319.254 | 52238.64 | 0.7 |
| B - 402 | ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 | 3.26 | 3.41 | 530.07 | 1807.54 | 0.024 |
| B - 403 | ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 | 3.3 | 3.45 | 3707.217 | 12789.91 | 0.17 |
| B - 411 | ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (GRUPO I) | 3.66 | 3.82 | 713.942 | 2727.27 | 0.033 |
| B - 412 | ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II) | 3.48 | 3.64 | 77.417 | 281.8 | 0.004 |
| B - 415 | ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 | 3.3 | 3.45 | 625.475 | 2157.9 | 0.029 |
| B - 434 | CHOFERES - Chofer profesional licencia E camión articulado y comprendidos en clase B (Estr.Op C1) | 4.79 | 5 | 619.503 | 3097.51 | 0.028 |
| B - 444 | TOPOGRAFÍA - Topógrafo 2: título exper. Mayor a 5 años(Estr.Oc.C1) | 3.66 | 3.82 | 201.075 | 768.1 | 0.009 |
| B - 484 | DIBUJANTES - Dibujante 2: con exper. Mayor de 4 años (Estr.Oc.C2) | 3.48 | 3.64 | 74.382 | 270.75 | 0.003 |
| Totales: | | | | 21868.334 | 76139.42 | 1 |

5.4 Cronograma de obra

El cronograma de la obra es un documento en el que se muestra la programación valorizada de la ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario de la comunidad de Tasqui.

Anexo 7: Cronograma valorado

Anexo 8: Gráfica de inversión

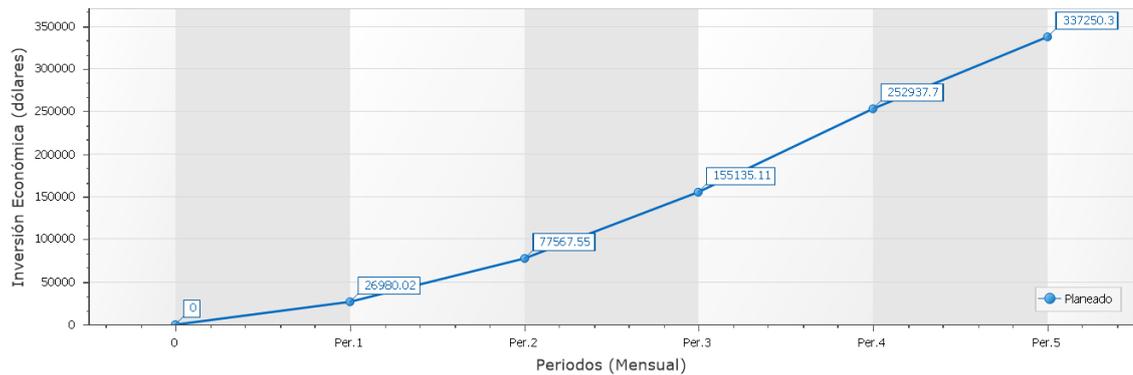


Figura 5.1. Gráfica del cronograma valorado de trabajos

Fuente: Autores

5.5 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas nos ayudan a ejecutar los planos de un proyecto ya que son el complemento de dichos planos que nos ayudan a una ejecución y operación adecuada.

Desbroce y limpieza

Previo a los trabajos de replanteo y nivelación se deberá realizar los trabajos de desbroce y limpieza, para así desalojar cualquier tipo de material indeseable en la zona de trabajo, estos trabajos no deberán causar daño alguno a obras existentes.

No se afectará a la vegetación circundante y de ser necesario e imprescindible la remoción de árboles o especies autóctonas o en peligro de extinción, se notificará de la decisión, proponiéndose alternativas para variar los ejes, o un proyecto de mitigación de impactos.

Medición y forma de pago

El rubro se medirá y pagará en metros cuadrados, pero se reconocerá solo lo realizado y no más de 5m de los ejes del proyecto.

| | | |
|--------|---------------------|----|
| 520002 | Desbroce y limpieza | m2 |
|--------|---------------------|----|

Replanteo y nivelación

Se refiere a la ubicación de las obras de campo con la utilización de las alineaciones y cotas establecidas en los planos y respetando las especificaciones de construcción; este trabajo se realizará con la mayor precisión para la perfecta ubicación en el terreno de los diferentes elementos como tubos y otras estructuras.

Antes de iniciar la construcción de cualquier obra, el Contratista y el Fiscalizador definirán el trazado observando los planos y recorriendo el terreno. De encontrarse discrepancias, la Fiscalización deberá realizar las modificaciones necesarias.

El replanteo y nivelación de las líneas y puntos secundarios, será hecho por el Contratista, todas las líneas y niveles estarán sujetos a comprobación por parte del Fiscalizador, sin perjuicio de lo cual será responsabilidad del Contratista la exactitud de tales líneas y niveles.

Medición y forma de pago

El replanteo y nivelación de ejes se medirá en metros cuadrados que corresponden a las actividades de colocar alineaciones, pendientes y niveles incluyendo los puntos de control.

| | | |
|--------|------------------------|----|
| 522037 | Replanteo y nivelación | m2 |
|--------|------------------------|----|

Corte y reposición de calzada de asfalto

La rotura de asfalto se realizará utilizando herramientas manuales, puntas, picos, barretas pudiendo emplearse maquinas especiales o compresores.

La reposición del pavimento se hará respetando las especificaciones del IEOS para preparación de hormigones, y deberá alcanzar una resistencia mínima a la compresión de no menor a 210 Kg/cm².

La dosificación se determinará mediante pruebas de laboratorio empleando áridos y el cemento aprobados por el contratante.

El espesor del pavimento asfáltico será igual al que hubiere destruido.

El grado de compactación de la base y subbase, deberá ser mayor al 95% del proctor modificado.

Medición y forma de pago

La rotura de la carpeta asfáltica por m. El espesor de la capa se establece en 2" y en el caso de mayores espesores estos serán medidos con el Rango de 2".

La reposición de la carpeta asfáltica por m3 y se reconocerá por capas de 2"

| | | |
|--------|-------------------------------|----|
| 530029 | Corte de calzada de asfalto | M |
| 530003 | Reposición calzada de asfalto | m3 |

Hormigones

Calidad de los materiales: los materiales a utilizarse serán de primera calidad por lo que deberán someterse a las evaluaciones de control de calidad.

Los ensayos y pruebas de campo a realizarse para comprobar la bondad de los materiales y los costos que impliquen serán de cuenta del contratista.

El almacenamiento de los materiales se establecerá de tal manera que se garantice la conservación de la calidad y aceptabilidad de los materiales a ser usados.

Los agregados a utilizarse deberán cumplir con los requisitos de la especificación ASTM-C33, el agregado fino puede ser arena natural o una combinación con arena manufacturada, en cuyo caso el contenido de arena natural no será menor al 30% del total del agregado fino, mientras el agregado grueso consistirá de grava natural, triturada cantos rodados o de una combinación de ellos.

La arena debe estar perfectamente limpia, dura, angulosa y áspera al tacto.

Las piedras serán duras, limpias y de resistencia adecuada.

El cemento a utilizarse será de tipo Portland, y deberá cumplir con los requisitos de las especificaciones ASTM-C150 o una norma equivalente, que el contratista está

obligado a presentar certificados de cumplimiento de las normas establecidas por el fabricante proveedor del cemento.

El agua a utilizarse será fresca, libre de toda substancia que interfiera su proceso normal de hidratación del cemento, se prohíbe el uso de agua proveniente de afloramientos termales o contaminada con descargas sanitarias o industriales, se rechazará además el agua que contenga substancias nocivas como: aceites, sales, ácidos, materia orgánica.

Las estructuras a construirse de hormigón simple, ciclópeo o armado serán preparados y dosificados en concordancia con lo que se nota en los planos del diseño y las especificaciones técnicas particulares de cada proyecto.

El contratista notificara al contratante con 24 horas de anticipación a la fecha, la hora y la obra en la que se realizara el vaciado de hormigón de acuerdo con el plan y equipo aprobados.

Se prohíbe realizar el vaciado de hormigón en los siguientes casos:

- Lluvias fuertes o prolongadas. Que rebasen la estabilidad del mortero.
- Si la iluminación es insuficiente.
- Si la temperatura del hormigón es mayor de 20 grados centígrados.
- Cuando el equipo del contratista es insuficiente.

Todo hormigón que comience a endurecerse previamente al vaciado será rechazado.

Tolerancia para estructuras masivas:

A) Toda clase de estructuras

| | | |
|--|------------------------------|---------------------------|
| 1 Variación de las dimensiones construidas, de las establecidas en los planos | En 6m | 12mm |
| | En 12m | 19mm |
| 2 Variación de las dimensiones con relación a elementos estructurales individuales posición definida | En 24m o mas | 32mm |
| | En construcciones enterradas | Dos veces las tolerancias |

b1.

| | | |
|--|--|--|
| Desviaciones de la vertical de los taludes especificadas o de las superficies curvas de todas las | En 3m | 12mm |
| | En 6m | 19mm |
| Estructuras, incluyendo las líneas y superficies de paredes, secciones de arcos, medias cañas para juntas y aristas visibles | En 12 m o más en construcciones enterradas | Dos veces las tolerancias anotadas antes |

c.1.

| | | |
|--|----------|------|
| Variación en la sección transversal de losas, paredes y miembros similares | En menos | 6mm |
| | En mas | 12mm |

A) zócalos y paredes laterales para compuertas e impermeables o similares

| | |
|--|---|
| Variación en el nivel o en la vertical | No mayor que la relación de mm en 3 metros. |
|--|---|

Medición y forma de pago

Se realizará por metro cubico colocado en obra de acuerdo a las dimensiones de diseño y tipo de hormigón utilizado.

| | | |
|--------|--|----------------|
| 506011 | Hormigón Simple 140 Kg/cm ² | m ³ |
| 506003 | Hormigón Simple 210 Kg/cm ² | m ³ |

Excavaciones

Las excavaciones pueden ser a mano o mecánicas se harán cortes en el terreno para formar zanjas, taludes o plataformas para alojar tuberías.

Cualquier daño resultante de las operaciones del Contratista durante la excavación, incluyendo daños a la fundación misma, a las superficies excavadas, a cualquier estructura existente y/o a las propiedades adyacentes, será reparado por el Contratista a su costa y a entera satisfacción de la Fiscalización.

Las excavaciones de las zanjas se harán respetando las pendientes, alineaciones y dimensiones establecidas en los planos u ordenados por la fiscalización removiendo raíces, trocos u otros materiales que dificulten a colocación de la tubería.

Nunca se excavará con maquinaria demasiado profundo que la tierra de plano sea aflojada o removida.

En caso que los resultados no sean los deseados la fiscalización podrá ordenar y el Contratista debe presentar, sistemas alternativos adecuados de excavación, sin que haya pagos adicionales a los constantes en el contrato.

La excavación a mano es el conjunto de actividades destinadas a remover materiales de excavación mediante procedimientos comunes como picos y palas, sirve para excavar la última capa de la zanja.

La excavación mecánica se realiza mediante un equipo caminero, se utiliza para hacer cortes para formar terraplenes donde se colocarán estructuras también es utilizada para la construcción de sub-drenes y de la infraestructura sanitaria.

Clasificación de Suelos para Excavaciones

Excavación en Suelo Sin Clasificar: se define como suelo normal aquel formado por materiales finos que pueden o no estar mezclados con arenas, piedras de hasta 20 cm de diámetro con un porcentaje de volumen inferior al 20% y gravas.

Esta excavación es el conjunto de actividades para remover cualquier tipo suelo clasificado por la SUCS ya sea suelo fino (CH, CL, MH, OH, OL) o suelos granulares (GW, GP, GC, GM, SW, SP, SC, SM) que son aflojados por métodos ordinarios como

pico y pala o mediante máquinas excavadoras, incluyen boleos cuya remoción no signifiquen actividades complementarias.

Excavación en Conglomerado: un conglomerado es un terreno que está formado por un porcentaje mayor al 60% de piedra con un diámetro de hasta 50 cm, mezclada con arena, grava o suelo fino.

Profundidad de las Excavaciones

En el caso de excavaciones de zanjas y de suelo denominados o clasificados como conglomerados, roca o suelos sin clasificar, la extracción de material hasta conseguir llegar al plano de asentamiento de la estructura, se establecen las siguientes profundidades de excavación:

- Excavación de 0 a 2 m: se conceptúa como la remoción y extracción de material desde el nivel del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 2 m.
- Excavación de 2 a 4 m se conceptúa como la remoción y extracción de material desde una profundidad de 2 m medidos a partir del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 4 m.
- Excavación de 4 a 6 m se conceptúa como la remoción y extracción de material desde una profundidad de 4 m medidos a partir del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 6 m.

Medición y forma de pago

Se medirá y pagará por metro cubico excavado sin tomar en cuenta derrumbes o deslizamientos. La medición será establecida por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de iniciar las excavaciones, el fondo de la zanja y por las líneas teóricas de excavación o las definidas por la fiscalización.

El pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas necesarias y cualquier otro gasto que incurra el Contratista para realizar el trabajo según estas especificaciones por ningún motivo se pagara las excavaciones que el contratista realice por conveniencia propia.

| | | |
|--------|--|----|
| 502002 | Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m | m3 |
| 502003 | Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m | m3 |
| 502004 | Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 4 y 6 m | m3 |
| 502007 | Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m | m3 |
| 502008 | Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 2 y 4 m | m3 |
| 502009 | Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 4 y 6 m | m3 |
| 503001 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad, | m3 |
| 503016 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad, | m3 |
| 503004 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 4 a 6 m de profundidad, | m3 |
| 503002 | Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad, | m3 |
| 503014 | Excavación mecánica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad, | m3 |
| 503006 | Excavación mecánica en suelo conglomerado de 4 a 6 m de profundidad, | m3 |
| 503010 | Excavación mecánica en roca de 0 a 2 m, de profundidad, | m3 |
| 503011 | Excavación mecánica en roca de 2 a 4 m, de profundidad, | m3 |
| 503013 | Excavación mecánica en roca de 4 a 6 m, de profundidad, | m3 |
| 503018 | Rotura de roca con mortero expansivo incluye perforación | M3 |

Rellenos

Relleno de zanjas

La primera capa de relleno hasta unos 30 cm de alto sobre la tubería debe ser colocada manualmente con material aprobado por la fiscalización, no se permitirán piedras en esta primera capa, además el material excavado puede ser utilizado en el relleno siempre que el fiscalizador lo apruebe en caso contrario el contratista suministrara.

El material de relleno se colocará simultáneamente a ambos lados de la tubería para evitar movimientos de la misma en capas de 15 cm hasta los 30 cm por encima de la tubería con un pisón manual.

El resto de la zanja o relleno final se hará ya sea con pisón de mano o con equipo mecánico aprobado, colocando el material en capas de 30 cm de espesor. El material de relleno será granular con no más de 40% de tierra fina y sin piedras mayores a 10 cm de diámetro.

Para el caso de terrenos donde se vaya a sembrar césped la compactación terminara 15 cm por debajo del terreno natural y se utilizara tierra vegetal para completar la capa de los 15 cm faltantes; además en las vías en las que se tenga que reponer asfalto o adoquinado se deberá verificar que el grado de compactación sea el adecuado tomando muestras cada 200 metros.

Relleno con material de reposición

Para el proceso de relleno se debe utilizar preferentemente el material de la excavación, pero en el caso de que este no fuera aprobado por la fiscalización se debe utilizar material de reposición que será suministrado por el contratista con el visto bueno de la fiscalización que cumpla con los siguientes parámetros:

- El índice de plasticidad no debe ser mayor al 15%
- El tamaño máximo de los granos no debe ser mayor a 2 pulgadas.
- El limite liquido no debe ser mayor al 40%
- La densificación del material no será menor al 95% de la densidad máxima obtenida en el laboratorio de acuerdo al ensayo de Proctor Modificado.

El suministro del material de reposición será pagado por separado.

Relleno compactado

El relleno compactado se refiere a la colocación del material que proviene de la excavación en capas horizontales que no pasen los 20 cm de espesor debidamente compactadas hasta la altura indicada por la fiscalización con una densidad mediada en el sitio que sea igual o superior al 95% de la densidad máxima.

Es preferible que la compactación se realice con compactadores mecánicos como lo son: rodillo compactador, rodillo pata de cabra o compactador de talón o similares, no se permitirá compactar mediante el paso de tractores o vehículos pesados.

El material de relleno debe tener una humedad optima, en caso de que sea demasiado húmedo será secado, mientras que si está demasiado seco será humedecido fuera de la zanja.

Para iniciar el relleno de las zanjas el Fiscalizador verificará que las paredes tengan los taludes autorizados, estables, en caso de haberse producido derrumbes por defectos

en el proceso de excavación, impidiendo una correcta compactación del material de relleno, serán eliminadas mediante sobreexcavación por cuenta y a costa del contratista.

Medición y forma de pago

Se medirá en metros cúbicos debidamente compactados según lo medido en campo por fiscalización, no se reconocerán valores por preparación de terreno.

El contratista correrá con los gastos que se generen por los controles de calidad que realizará la Fiscalización.

El pago de este rubro incluye la mano de obra, herramientas, equipo y preparación de los materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos a entera satisfacción de la Fiscalización.

| | | |
|--------|--|----|
| 514004 | Relleno compactado | m3 |
| 535200 | Material de Reposición | m3 |
| 535199 | Material de Reposición Subbase clase 2 (Incluye esponjamiento) | m3 |
| 514006 | Relleno compactado a mano | m3 |
| 514008 | Relleno compactado con mejoramiento | m3 |
| 535173 | Tendido y compactado de material de mejoramiento con equipo pesado | m3 |
| 514001 | Tapado de zanjas con máquina | m3 |
| 540121 | Tapado manual de zanjas | m3 |

Desalojo de materiales (cargado y transporte)

El desalojo del material producto de la excavación que no es apto para ser utilizado en el relleno consiste en el cargado y transporte del material hasta el lugar de almacenamiento establecido.

Para que se considere como efectuado el rubro de desalojo la fiscalización deberá revisar que el lugar de la obra esté completamente limpio.

Es de responsabilidad del contratista que antes de empezar con la obra ya se tenga un lugar de almacenamiento del material desalojado, dicho lugar debe estar aprobado por el GAD de Sigsig, quedando prohibido depositar en los márgenes del río y quebradas tanto dentro como en el perímetro de la ciudad.

No se podrá desalojar materiales fuera de los sitios definidos por la Fiscalización. Para esto, se implementará un mecanismo de control para la entrega de materiales mediante una boleta de recibo-entrega

Medición y forma de pago

El cargado a mano o máquina y el transporte de materiales de desalojo hasta los 5 Km se medirán metros cúbicos los cuales serán medidos sobre el balde de la volqueta.

El sobreacarreo es decir el transporte del material más de 5 km se medirá metros cúbicos-kilometro y será calculado multiplicando el volumen cargado en las volquetas por el exceso de la distancia total de transporte sobre los 5 Km.

Para que se pague este rubro el contratista debe presentar las boletas de recepción de materiales emitido por el GAD, donde está claramente establecido el volumen desalojado.

| | | |
|--------|--------------------------------------|-------|
| 513001 | Cargada de material a mano | m3 |
| 513003 | Cargada de Material a maquina | m3 |
| 513002 | Transporte de material hasta 5km | m3 |
| 513004 | Transporte de materiales más de 5 Km | m3-km |

Pozos de revisión

Los pozos de revisión son estructuras de la red de alcantarillado que están en determinados puntos que periten el mantenimiento e inspección de la red.

Las especificaciones servirán para la construcción de pozos de revisión que tengan una tubería interior con un diámetro menor a 630mm.

Los pozos son estructuras que pueden ser construidas en sitio o prefabricadas de hormigón de 210 Kg/cm², la ubicación de estas estructuras se señala en los planos o la fiscalización determinara la ubicación en caso de que haya variación en los diseños.

Los pozos se asentarán en un replantillo de piedra con un espesor de 0,2 m de espesor, sobre este se construirá una losa de hormigón simple de 210 Kg/cm² con un espesor de 0,15 cm y en el piso del pozo se fundirá una media caña de F'c= 210 Kg/cm² que sirve para conducir el flujo de agua.

Las paredes serán de hormigón con una resistencia de 210 Kg/cm² y pueden ser prefabricadas o construidas en sitio con un espesor de 0,15 m.

El zócalo sobre el que se asienta la pared deberá necesariamente ser elaborado en sitio, de acuerdo con los planos respectivos, está conformado por un anillo de hormigón ciclópeo de 0.30 m de ancho, su altura será variable cubriendo la descarga más alta más 10 cm con relación al piso.

El acceso a los pozos de revisión será mediante una escalerilla conformada por varillas de acero de 20 mm de diámetro, con un ancho de 0,30 m sobresaliendo de las paredes una longitud de 0,20 m colocadas a un espaciamiento vertical de 0,35 m y empotradas firmemente en ellas mediante la utilización de resina epoxica.

El brocal y la tapa de los pozos de revisión serán estructuras prefabricadas de hormigón armado que tendrán una $F'c = 300$ Kg/cm² que irán colocados sobre el cono del pozo, el brocal servirá para proporcionar a la tapa un espacio adecuado y confinado.

Medición y forma de pago

Los pozos de revisión se medirán en unidad, según la altura del pozo.

La altura del pozo se define como la distancia que existe entre el fondo del pozo terminado por donde corre el agua y el nivel donde se asentara el brocal, según los siguientes rubros:

- Pozos de revisión de alcantarillado de altura entre $0 \leq 2$ m
- Pozos de revisión de alcantarillado de altura entre $0 \leq 2,5$ m

El pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas y los materiales empleados, incluye además el replantillo de piedra de 0,20 m, la losa de hormigón simple de 0,15 m con resistencia de 210 Kg/cm², el hormigón ciclópeo para el zócalo, el pozo propiamente dicho, los escalones, el brocal y la tapa.

| | | |
|--------|---|---|
| 534007 | Pozo de revisión de h=0 a 1,5 m, Tapa y Brocal tipo A | u |
| 534006 | Pozo de revisión de h=0 a 2,0 m, Tapa y Brocal tipo A | u |
| 534001 | Pozo de revisión de h=0 a 2,5 m, Tapa y Brocal tipo A | u |
| 534002 | Pozo de revisión de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A | u |
| 534003 | Pozo de revisión de h=0 a 3,5 m, Tapa y Brocal tipo A | u |

| | | |
|--------|---|---|
| 534004 | Pozo de revisión de h=0 a 4,0 m, Tapa y Brocal tipo A | u |
| 534005 | Pozo de revisión de h=0 a 4,5 m, Tapa y Brocal tipo A | u |
| 529021 | Pozo de revision con tubo D=600 mmm | u |

Suministro de tuberías y accesorios de PVC para alcantarillado

Dentro de este rubro están las tuberías de PVC con interior liso.

La tubería cumplirá con lo establecido en la norma INEN 2059: 2004 y será tipo B.

Tubería tipo B: Elemento flexible de conducción fabricado con un perfil de extrusión continua, con pared interior lisa y exterior corrugada.

Los tubos servirán para evacuar las aguas residuales y deben soportar un relleno de densidad no menor a 1800 Kg/m³ y compactación mayor al 90% de la máxima densidad según el ensayo Proctor Standard.

El contratista debe presentar al fiscalizador los cálculos de deformaciones que se hacen con la fórmula de Iowa modificada, estas deformaciones calculadas deben ser menores al 5% del diámetro interno real suministrado luego de 30 días de su instalación que es la deformación máxima permisible, justificando así el uso de la tubería PVC.

Los tubos se suministrarán con un extremo liso y el otro con campana, y deben ser unidos entre sí mediante sellos de caucho o elastómero, que garanticen la hermeticidad de la unión; la unión deberá cumplir lo correspondiente a la hermeticidad de las uniones de tubos, Norma INEN 2059: 2004.

En los tubos se debe indicar por escrito las siguientes características:

- Marca del fabricante tipo de tubo
- Diámetro nominal
- Material de fabricación
- Serie del tubo, rigidez y método de ensayo
- Número de lote

La longitud de los tubos es variable y puede estar entre los 3 y 12 metros.

El contratista debe asegurarse que las tuberías no sufran daños durante el transporte y almacenamiento, para el almacenamiento se debe seguir las recomendaciones del fabricante y se debe hacer bajo techo.

Medición y forma de pago

La tubería de PVC será medida en metros lineales, según el tipo exigido y diámetro una vez que hayan sido instaladas y probadas en obra. Incluirá el anillo de caucho y el lubricante requerido y cumplirá con las especificaciones de instalación.

| | | |
|--------|---|------|
| 535777 | Sum, Tubería PVC para Alcant, U/E D=200 mm serie 5. Tipo B. | m |
| 522001 | Abatimiento del nivel freático | Hora |
| 535020 | Sum, Tubería PVC Desagüe D=160 mm | m |
| 535135 | Sum, Tee PVC Desague D=160 mm | u |

Instalación de tuberías de PVC para alcantarillado

Son las tareas que el constructor debe realizar para instalar las tuberías PVC para el alcantarillado conforme a los diseños.

La colocación de la tubería se debe comenzar en el punto más bajo de los tramos es decir se hará desde abajo hacia arriba.

La tubería debería seguir una alineación recta en el sentido horizontal y manteniendo la pendiente uniforme entre pozo y pozo fijada en el diseño, la tubería deberá quedar centrada respecto al ancho de la zanja y al lecho preparado, luego de la colocación por ningún caso debe una desviación mayor de 5 milímetros en la alineación horizontal y vertical. En lo posible las cotas definidas en el proyecto se colocarán mediante nivel cada 20 metros.

Para que empiecen las actividades de relleno antes se debería comprobar las alineaciones y pendientes fijadas en el diseño, y mientras se hace el relleno lateral y antes de cubrir completamente la tubería también se deberá comprobar la pendiente y alineación establecida.

Para garantizar una adecuada instalación se seguirán las recomendaciones del fabricante en los catálogos de la tubería y a lo indicado en la Norma ASTM D 2321 en lo que se refiere a las pruebas sobre la tubería construida, deflexión, juntas de unión, control de deflexión medida, compactación, migración de finos, cubierta mínima sobre la tubería.

La tubería tipo "B" es suministrada con un extremo corrugado y el otro con campana que se unen entre sí utilizando un sellado elastomérico.

Pruebas de funcionamiento:

Pruebas de comportamiento bajo carga: en la siguiente tabla se presentan los límites de aceptabilidad según la deflexión comprobada por medición en el sitio luego de 30 días de su colocación:

| Diámetro Interno | Deformación |
|---------------------|-------------|
| | 5.00% |
| | 95% Di |
| mm | |
| 95.0 | 90.3 |
| 135.0 | 128.3 |
| 170.0 | 161.5 |
| 215.0 | 204.3 |
| 270.0 | 256.5 |
| 340.0 | 323.0 |
| 390.0 | 370.5 |
| 400.0 | 380.0 |
| 450.0 | 427.5 |
| 516.0 | 490.2 |
| 580.0 | 551.0 |

Pruebas de estanqueidad: prueba de infiltración, prueba de exfiltración; prueba de aire a baja presión.

Prueba de filtración con agua: la prueba será acompañada y aprobada por la fiscalización y los puntos donde se realizará la prueba de filtración serán determinados por el ingeniero responsable del proyecto.

Prueba de infiltración: es un método de aceptabilidad del ensayo de filtración, siempre y cuando el nivel de agua subterránea este al menos 0.60 m por encima de la tubería,

la infiltración no deberá exceder los 4.6 litros por milímetro de diámetro interior de la tubería por kilómetro y por día.

Prueba de exfiltración: La prueba de exfiltración es un método de aceptabilidad del ensayo solamente en áreas secas o cuando el nivel freático es menor a 0.60 m sobre la corona de la tubería, medido en el punto más alto de la sección. La exfiltración de agua permisible para cualquier longitud de tubería para alcantarillado entre pozos de revisión será medida y no excederá de 4.6 litros por milímetro de diámetro interior de la tubería por kilómetro y por día

Medición y forma de pago

La instalación de la tubería PVC será medida en metros lineales con aproximación de un decimal.

| | | |
|--------|---|----|
| 509037 | Colocación Tubería PVC Alcant. D=200 mm | m |
| 540A3U | Sum, y colocación Arena para tubería | m3 |
| 540013 | Colocación Tubería PVC Alcant. D=160 mm | m |
| 509032 | Colocación Accesorios PVC para alcantarillado | u |

Entibado

El entibado es la actividad que tiene como objetivo evitar el derrumbe de los taludes que se forman al momento de las excavaciones.

Los trabajos comprendidos en este rubro corresponden a: equipo, materiales, mano de obra, herramientas y transporte e instalación de los elementos necesarios para estabilizar los taludes que se han formado por las excavaciones o donde lo indique la fiscalización.

Todos los materiales a utilizarse para el entibado deberán ser previamente aprobados por la fiscalización, existen el entibado continuo y discontinuo.

El contratista deberá suministrar, colocar y mantener el entibado para proteger los taludes.

Las excavaciones para tuberías o estructuras, serán entibadas de tal forma que no produzcan derrumbes, deslizamientos, de manera que el personal de trabajadores y todas las obras existentes estén debidamente protegidas.

Entibado discontinuo

Se colocarán tablonos (ancho > 20 cm, espesor > 2,5 cm.) en posición vertical contra las paredes de la excavación, las cuales serán sostenidas en esta posición mediante puntales transversales (normalmente de madera, que son ajustados en el propio lugar). La separación entre los tablonos lo definirá el Contratista conjuntamente con la Fiscalización.

Medición y forma de pago

La medición se realizará en metros cuadrados de pared entibada considerando como tal el área de la pared en contacto con los tablonos.

| | | |
|--------|----------------------|----|
| 523002 | Entibado Discontinuo | m2 |
|--------|----------------------|----|

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Los resultados de las encuestas indican que la mayoría de viviendas en la comunidad de Tasqui realizan las descargas de aguas servidas en fosas sépticas y estas están por colapsar por lo que podrían presentarse problemas de contaminación ambiental o la aparición de enfermedades. La ejecución del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario solucionará los problemas de insalubridad por el inadecuado manejo de aguas residuales, mejorando las condiciones y la calidad de vida de los habitantes de la comunidad beneficiada.
- Buscando optimizar el diseño de alcantarillado sanitario para la comunidad de Tasqui se ha dividido en dos redes, mismas que se unen en diferentes puntos a un colector principal diseñado anteriormente por el cual las aguas residuales serán transportadas hasta la planta de tratamiento, esto con el fin de brindar servicio a la totalidad de habitantes de la comunidad abarcando toda el área posible. En su mayor parte la red de alcantarillado convencional va en dirección de las vías existentes, un tramo considerable pasa por terrenos particulares en forma paralela a una quebrada y cruza por la misma en dos puntos; para casas esparcidas y alejadas del alcantarillado se ha diseñado una red condominial que reúne y transporta las aguas residuales hasta el red convencional.
- Las dimensiones de la planta de tratamiento para el tratamiento de aguas residuales elaborado por el Ing. Manuel Martínez la cual consta de fosas sépticas y filtros anaerobios, son las suficientes para tratar el nuevo caudal de aguas residuales proveniente de la comunidad de Tasqui.
- El nuevo caudal de aguas residuales provenientes de la comunidad de Tasqui se podrá tratar satisfactoriamente en la planta de tratamiento que fue diseñada por el Ing. Manuel Martínez.

- El diseño del sistema de alcantarillado sanitario está basado en la normativa existente para la su elaboración, cumpliendo con todas las disposiciones técnicas que se proponen.
- La red de alcantarillado sanitario para la comunidad de Tasqui está formada por 4547.66 metros de tubería PVC de D=200mm y 823.5 metros de tubería PVC de D=160mm correspondientes a la red condominial y; para costear la construcción del proyecto se requiere de un presupuesto referencial de USD 377720.34 (TRESCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS VEINTE CON 34/100 DÓLARES).

Recomendaciones:

- Es pertinente ejecutar la construcción de la obra para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad de Tasqui y ofrecerles una oportunidad para el desarrollo de su comunidad.
- Para evitar impactos negativos al momento de su construcción se debe tener mucho cuidado y responsabilidad de cumplir con las características y especificaciones técnicas dispuestas en el diseño y en los planos del proyecto.
- Para un correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario se debe realizar el debido mantenimiento preventivo de forma periódica, refiriéndose a lo estipulado en el manual que se elaboró en el diseño y así evitar la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo.

BIBLIOGRAFÍA

- CONAGUA. (2009). Alcantarillado Sanitario. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento*, 1–123.
- Dalence, G. (2001). Norma tecnica de diseño para sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.
- Memoria Tecnica Definitiva SIGSIG. (n.d.).
- Orellana, J. (2005). Abastecimiento de agua potable. *Universidad de Madrid*, 1–30.
- RAS. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento basico ras -2000 sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales*.
- SENAGUA. (2016). Normas para estudio de sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición de aguas residuales, para poblaciones mayores a 1000 habitantes., (6), 420. Retrieved from http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf