



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

**Estudio y diseño del sistema de alcantarillado y planta de
tratamiento de aguas residuales para la comunidad La
Esmeralda de la parroquia de San José de Raranga del cantón
Sígsig, provincia del Azuay.**

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

Autor:

HERNÁN XAVIER AGUIRRE RIVADENEIRA

Director:

CARLOS JAVIER FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA WEBSTER

CUENCA, ECUADOR

2017

DEDICATORIA

A mis padres Tarcila Mariana y Hernán Eugenio quienes me han apoyado con su cariño,
paciencia y sacrificio para culminar esta etapa estudiantil.

A mis demás familiares y amigos por la sabiduría brindada y el aliento para alcanzar esta
meta.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecirme e iluminarme para alcanzar una nueva meta en mi vida.

A mis padres, demás familiares y amigos por el cariño y la confianza brindada en todo momento.

A mi director: Ing. Carlos Javier Fernández de Córdova Webster quien brindó su tiempo y dedicación para orientar y dirigir esta tesis.

A mis profesores por ser guía de sabiduría en la etapa universitaria.

Al GAD Municipal del Sígsig en especial a las personas que conforman el departamento técnico por haber confiado y apoyado en la elaboración de este trabajo.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	5
1.1. Ubicación geográfica.....	5
1.2. Vías de acceso.....	6
1.3. Descripción de la comunidad.....	7
1.3.1. Clima.....	7
1.4. Aspectos socioeconómicos.....	8
1.4.1 Descripción general.....	8
1.4.2 Agricultura y ganadería.....	12
1.5 Estado sanitario actual.....	13
1.6. Servicios sanitarios existentes.....	16

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO	17
2.1 Criterios de diseño.....	17
2.1.1 Periodo de Diseño.....	17
2.1.2 Población.....	18
2.1.3 Áreas de Aportación.....	20
2.1.4 Dotación.....	20
2.2 Determinación del caudal de diseño.....	22
2.2.1 Caudales de Aguas Servidas.....	22
2.3 Información técnica del diseño	26
2.3.1 Diámetro de la tubería.....	26
2.3.2 Velocidades.....	26
2.3.3 Rugosidad.....	27
2.3.4 Relaciones Hidráulicas Para Colectores Parcialmente Llenos.....	27
2.3.5 Profundidad de Tuberías y Ubicación.....	28
2.3.6 Material de la tubería.....	28
2.3.7 Pendiente.....	29
2.3.8 Pozos de Revisión.....	29
2.3.9 Pozos de Salto.....	30
2.3.10 Conexiones Domiciliarias.....	30
2.4 Descargas.....	31
2.5 Condiciones de diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales.....	31
CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO	44
3.1 Diseño de la red.....	44
3.1.1 Descripción de la red.....	44
3.1.2 Diseño hidráulico.....	45
3.1.2.1 Flujo en tuberías a sección llena.....	45
3.1.2.2 Flujo en tuberías a sección parcialmente llena.....	46
3.1.3 Cálculos hidráulicos del alcantarillado sanitario.....	47

3.2 Manual de operación y mantenimiento.....	61
3.2.1 Objetivo.....	61
3.2.2 Alcance.....	61
3.2.3 Requerimientos básicos.....	61
3.2.3.1 Registro de las redes de alcantarillado	61
3.2.3.2 Personal.....	61
3.2.4 Operación del sistema.....	62
3.2.4.1 Puesta en marcha	62
3.2.4.2 Inspección.....	63
3.2.5 Mantenimiento de las redes de alcantarillado	64
3.2.5.1 Limpieza de los colectores.....	64
3.2.5.2 Mantenimiento correctivo de cuerpo y fondo de pozo de revisión.....	64
3.2.5.3 Cambio y reposición de tapa de pozos.....	65

**CAPÍTULO 4: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES.....67**

4.1 Aguas residuales.....	67
4.2 Propuesta y selección del sistema.....	69
4.3 Manual de operación y mantenimiento.....	76
4.3.1 Introducción.....	76
4.3.1.1 Objetivo.....	76
4.3.1.2 Alcance.....	76
4.3.2 Descripción de los componentes.....	76
4.3.3 Descripción de la PTAR.....	77
4.3.4 Personal.....	78
4.3.5 Puesta en marcha.....	79

4.3.6 Operación y control de la planta.....	79
4.3.7 Mantenimiento.....	81
CAPÍTULO 5: PRESUPUESTO DEL PROYECTO	83
5.1 Análisis de Precios Unitarios.....	83
5.2 Presupuesto.	83
5.3 Fórmula de reajuste de precios.....	88
5.4 Cronograma de Obra.....	90
5.5 Especificaciones Técnicas.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFIA.....	105
ANEXOS.....	107

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Base cartográfica de la Parroquia San José de Raranga.....	5
Figura 1.2: Toma aérea del asentamiento La Esmeralda, parroquia San José de Raranga.....	6
Figura 1.3: Isotermas de la Parroquia San José de Raranga.....	7
Figura 1.4: Tipos de clima de la Parroquia San José de Raranga.....	8
Figura 1.5: Miembros del Grupo Familiar.....	9
Figura 1.6: Tipo de Edificación existente en la comunidad.....	10
Figura 1.7: Tenencia de Propiedad existente en la comunidad.....	10
Figura 1.8: Tipo de Trabajo del jefe de familia existente en la comunidad.....	11
Figura 1.9: Tipo de Ingresos Económicos del jefe de familia existente en la comunidad.....	11
Figura 1.10: Nivel de instrucción del jefe de familia existente en la comunidad.....	12
Figura 1.11: Abastecimiento de Agua existente en la comunidad.....	13
Figura 1.12: Estado de conexión de Agua existente en la comunidad.....	13
Figura 1.13: Tipo de Agua Utilizada en la comunidad.....	14
Figura 1.14: Tipo de Evacuación de Aguas Servidas utilizadas en la comunidad.....	14
Figura 1.15: Energía Eléctrica utilizada en la comunidad.....	15
Figura 1.16: Servicio de recolección de basura en la comunidad.....	15
Figura 3.1: Trazado de red de alcantarillado.....	45
Figura 3.2: Relaciones hidráulicas de las secciones parcialmente llenas.....	46
Figura 4.1: Diseño fosa séptica de doble cámara.....	71
Figura 4.2: Diseño del filtro anaerobio de flujo ascensional.....	74
Figura 4.3: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	77
Figura 4.4: Terreno para planta de tratamiento de aguas residuales.....	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Tasas de crecimiento poblacional.....	18
Tabla 2.2: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.....	20
Tabla 2.3: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.....	21
Tabla 2.4: Coeficiente de Retorno.....	23
Tabla 2.5: Valores de rugosidad de Manning.....	27
Tabla 2.6: Pendientes mínimas para alcantarillado.....	29
Tabla 2.7: Diámetros recomendados de pozos de revisión.....	30
Tabla 2.8: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	34
Tabla 2.9: Contribución unitaria de aguas residuales y de lodo fresco por tipo de predio y ocupante.....	39
Tabla 2.10: Aporte diario de aguas residuales y carga orgánica.....	42
Tabla 3.1: Principales datos para el diseño de la red de alcantarillado sanitario.....	48
Tabla 3.2: Pozos cotas de tapas y excavación a clave de colector.....	49
Tabla 3.3: Diseño de la red de alcantarillado para la comunidad “La Esmeralda”.....	55
Tabla 4.1: Resultados caracterización del agua residual. Muestra 1.....	67
Tabla 4.2: Resultados caracterización del agua residual. Muestra 2.....	68
Tabla 4.3: Condiciones de diseño del tanque séptico de doble cámara.....	69
Tabla 4.4: Datos de diseño del tanque séptico de doble cámara.....	70
Tabla 4.5: Volumen del tanque séptico de doble cámara.....	71
Tabla 4.6: Resumen de remoción de tanque séptico de doble cámara.....	72
Tabla 4.7: Datos de diseño del filtro anaerobio de flujo ascensional.....	72
Tabla 4.8: Volumen de filtro anaerobio de flujo ascensional.....	74
Tabla 4.9: Resumen de remoción de filtro anaerobio de flujo ascensional.....	75
Tabla 4.10: Principales Características del Sistema.....	80
Tabla 4.11: Valores de Características de Agua Residual.....	80
Tabla 4.12: Actividades de Mantenimiento.....	83
Tabla 5.1 Descripción de los compones de la fórmula polinómica.....	90

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuestas de la comunidad “La Esmeralda”.

Anexo 2: Presupuesto y análisis de precios unitarios.

Anexo 3: Análisis físicos, químicos y biológicos del agua residual de la comunidad “La Esmeralda.”

Anexo 4: Planos del sistema de alcantarillado.

Anexo 5: Planos de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Anexo 6: Estudio de capacidad soportante del suelo en el lugar donde se va a implantar la PTAR.

Anexo 7. Cronograma del proyecto

Anexo 8. Cálculos de diseño de la red de alcantarillado condominal y sanitario.

ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD LA ESMERALDA DE LA PARROQUIA DE SAN JOSÉ DE RARANGA DEL CANTÓN SÍGSIG, PROVINCIA DEL AZUAY.

RESUMEN:

Se presenta el diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad La Esmeralda. Los cuales ayudarán a combatir la contaminación ambiental y se reducirá la insalubridad del sector. El diseño del sistema parte desde los estudios topográficos, así como encuestas realizadas a los moradores para la obtención de información acerca de los hábitos de descarga de aguas servidas, para ser conducidas por la red, después tratadas por medio de una fosa séptica de doble cámara y un filtro anaerobio de flujo ascensional. Además Se elaboró un análisis de precios unitarios con los cuales se determinó el presupuesto del proyecto.

Palabras Clave: Saneamiento, depuración, agua residual, colector, alcantarillado, fosa séptica, filtro anaerobio.



Carlos Javier Fernández de Córdova

Director del Trabajo de Titulación



Paúl Cornelio Cordero Díaz

Director de Escuela



Hernán Xavier Aguirre Rivadeneira

Autor

**STUDY AND DESIGN OF THE SEWER SYSTEM AND RESIDUAL WASTE
TREATMENT PLANT FOR *LA ESMERALDA* COMMUNITY AT *SAN JOSÉ DE
RARANGA* PARISH, SÍGSIG CANTÓN, PROVINCE OF AZUAY.**

ABSTRACT

This work deals with the design of the sewage system and wastewater treatment plant for *La Esmeralda* community. The project will help to prevent environmental pollution and reduce unhealthiness in the sector. The design of the system starts with topographic studies and surveys conducted to the residents to obtain information about discharge habits of untreated domestic wastewater, which will be conducted by the network, and then treated by means of a double chamber septic tank and an up flow anaerobic filter. In addition, an analysis of unit prices was performed in order to determine the project budget.

Keywords: Sanitation, Purification, Wastewater, Collector, Sewage, Septic Tank, Anaerobic Filter.


Carlos Javier Fernández de Córdova
Thesis Director


Paúl Cornelio Cordero Díaz
School Director


Hernán Xavier Aguirre Rivadeneira
Author


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas


Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Aguirre Rivadeneira Hernán Xavier

Trabajo de Titulación

Ing. Carlos Javier Fernández de Córdova Webster. Msc

Enero, 2017

ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD LA ESMERALDA DE LA PARROQUIA DE SAN JOSÉ DE RARANGA DEL CANTÓN SÍGSIG, PROVINCIA DEL AZUAY.

INTRODUCCIÓN

En el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Sígsig se está implementando planes para el mejoramiento de la vida de sus habitantes tanto en comunidades urbanas como rurales, por lo que se presentará el diseño del sistema de alcantarillado de la comunidad La Esmeralda de la parroquia San José de Raranga. Dicho sistema contará con su respectiva planta de tratamiento de Aguas Residuales antes de descargar las aguas al río. Previniendo enfermedades y mejorando la salubridad de todos sus habitantes, conservando el ecosistema y la estética natural de las orillas, además se conservará la calidad de agua del río ya que es utilizada para fines ganaderos y riegos de sembríos.

Un alcantarillado sanitario consiste en un sistema de disposición de residuos líquidos: Domésticos, comerciales e industriales. Conformado por una red de colectores, conectados por una serie de pozos de inspección que generalmente se lo realiza por las vías, que receptan las aguas servidas de las viviendas para ser conducidas a un cuerpo receptor o una planta de tratamiento.

Una planta de tratamiento de Aguas Residuales consiste en un conjunto de obras con la finalidad de devolver un efluente adecuado cumpliendo con la normativa vigente.

Planteamiento del Problema:

Las descargas de aguas servidas domiciliarias son depositadas directamente en pozos sépticos, ciegos y directamente a fuentes hídricas superficiales. Lo que representa una potencial causa de enfermedades infecciosas intestinales y parasitarias en los comuneros; además baja la calidad del aire que se respira, se contamina el suelo y se degrada el ecosistema.

Por lo que es necesario un manejo adecuado de las aguas servidas domiciliarias mediante un sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento de aguas residuales para devolver el agua a la naturaleza en condiciones aceptables que cumplan con la normativa vigente.

Antecedentes:

El crecimiento de la población rural, causa una demanda creciente de los servicios básicos que determinan la calidad de vida de los comuneros.

Se buscará la solución más eficiente adaptándose a las condiciones de la población, para garantizar la implementación de manera económica, rápida y que no afecte al medioambiente.

El Municipio del Sígsig, a través de un convenio con la Universidad el Azuay y con la participación de la Escuela de Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones de la Facultad de Ciencia y Tecnología, se llegó a un acuerdo por el cual se procederá a realizar el diseño del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, para mejorar la calidad de vida de los moradores de la comunidad La Esmeralda.

OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar el diseño del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales para la comunidad de La Esmeralda de la parroquia de San José de Raranga, cantón Sígsig.

Objetivos específicos:

- Levantar y recopilar información necesaria para el diseño.
- Realizar un análisis de los criterios de diseño en la normativa vigente.
- Realizar el diseño de alcantarillado con sus respectivas especificaciones técnicas.
- Realizar el diseño de los elementos que van a conformar la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Elaborar el presupuesto del proyecto.

Alcance:

- Diseño del alcantarillado de las aguas residuales.
- Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Elaboración del manual de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Presupuesto del proyecto.

Metodología

Será de tipo documental, debido a que se aplicarán normas técnicas, las cuales serán consultadas en las bibliografías utilizadas; además se ocupará información de campo por la cual se obtendrá primaria y secundaria. Consta de los siguientes aspectos:

- Levantamiento topográfico, por parte del GAD municipal del Cantón Sígsig.
- Estudio de suelo en el lugar de la planta de tratamiento de aguas residuales, con estos resultados se calculará y diseñarán los elementos de cimentación de la misma.

- En las estadísticas de la población se recurrirá a los datos del último Censo poblacional que se realizó en esta comunidad (2010).
- En el estudio hidrológico se pedirá información a los habitantes de la comunidad, esperando obtener los lugares en donde existen o existieron quebradas, sitios de posibles inundaciones y problemas de deslizamientos.

CAPÍTULO 1

RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

1.1 Ubicación Geográfica

La comunidad La Esmeralda perteneciente a la parroquia San José de Raranga localizada en el Cantón del Sígsig, Provincia de Azuay, ubicada al Oeste de la provincia, aproximadamente a 6.3 Km. del centro parroquial, a una altura de 2614 m.s.n.m. (G.A.D. SIGSIG, 2012).

La ubicación del centro de la comunidad basada en coordenadas geográficas planas UTM WGS84 es:

Zona 17 M

730484.00 m E, 9652255.00 m S.

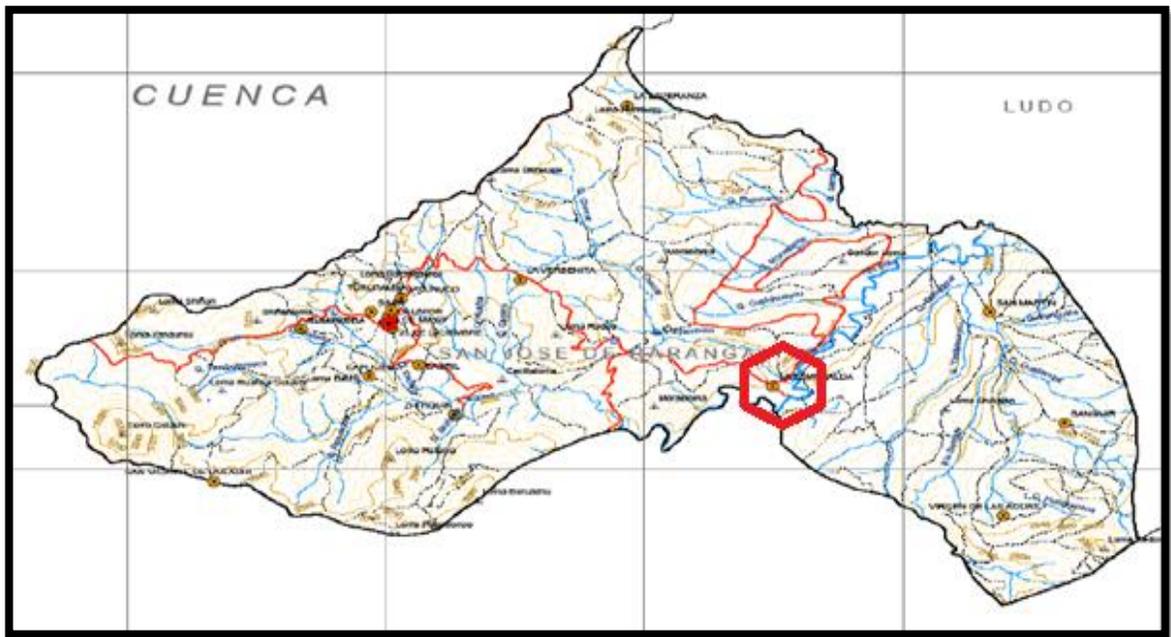


Figura 1.1: Base cartográfica de la Parroquia San José de Raranga

Fuente: (G.A.D. del cantón Sígsig).



Figura 1.2: Toma aérea del asentamiento La Esmeralda, parroquia San José de Raranga.

Fuente: (G.A.D. del cantón Sígsig.)

1.2. Vías de acceso

Se puede acceder a la comunidad por dos vías lastradas:

- Desde el centro cantonal del Sígsig se moviliza a la parroquia Ludo, por la carretera Sígsig- Ludo, y se continúa por la carretera Ludo-San José de Raranga.
- Desde el centro parroquial de Cumbe se moviliza por la carretera Cumbe- Jima, se toma un desvío hacia la carretera a San José de Raranga hasta el centro parroquial y se continua por la carretera San José de Raranga-Ludo.

Además se encuentra comunicada directamente con los centros parroquiales de Jima y Ludo.

1.3 Descripción de la comunidad

1.3.1 Clima

El clima de la comunidad La Esmeralda, se clasifica como ecuatorial meso-térmico semi-húmedo. Varía desde los 10°C hasta los 12°C de temperatura. (G.A.D. SIGSIG, 2012)

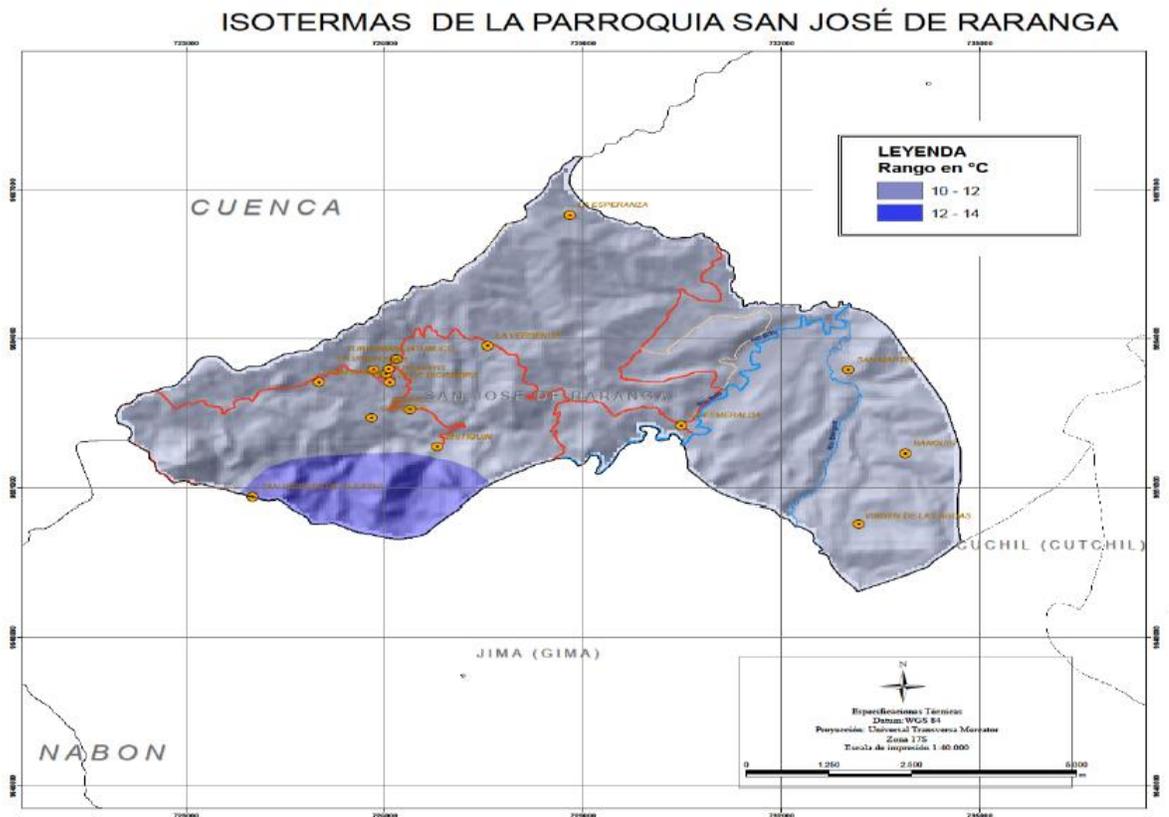


Figura 1.3: Isothermas de la Parroquia San José de Raranga

Fuente: (ODEPLAN, 2002.)

Característico por la precipitación anual es de 700 a 800 mm, con dos estaciones lluviosas que fluctúan entre febrero-mayo y octubre-noviembre, es el clima más representativo de los valles de la Sierra, exceptuando los valles calientes y los que están sobre los 3200 m de altura. (Coronel Alvaro, 2015)

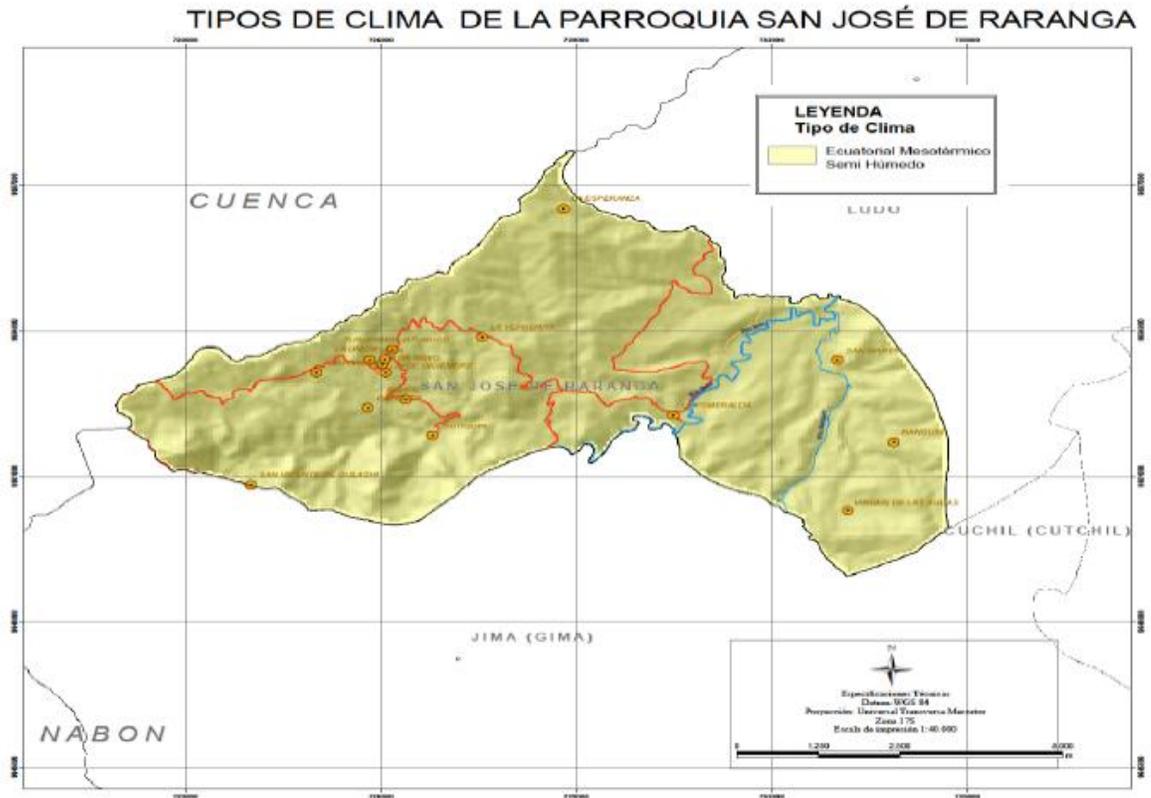


Figura 1.4: Tipos de clima de la Parroquia San José de Raranga

Fuente: (ODEPLAN, 2002.)

1.4 Aspectos socioeconómicos

Para tener conocimiento de la situación socio-económica, cultural y costumbres de la comunidad a beneficiar, se formuló una encuesta realizando a toda la población en particular al núcleo familiar. ANEXO 1.

Siendo las principales fuentes de ingreso: La agricultura, ganadería, artesanía y remesas de los migrantes, donde Estados Unidos es el principal destino, los ingresos obtenidos alcanzan para cubrir sus necesidades básicas. Las labores agrícolas se desarrollan además para consumo interno familiar.

1.4.1 Descripción general

El resumen de los datos obtenidos en las encuestas se resume a continuación:

Fecha: Febrero-Marzo 2016

Comunidad: La Esmeralda

Parroquia: San José de Raranga

Cantón: Sígsig

Actualmente en la comunidad habitan 105 familias con un total de 338 personas. De las cuales la mayoría de la población está conformada por adultos. Mientras que la minoría la conforman los niños.

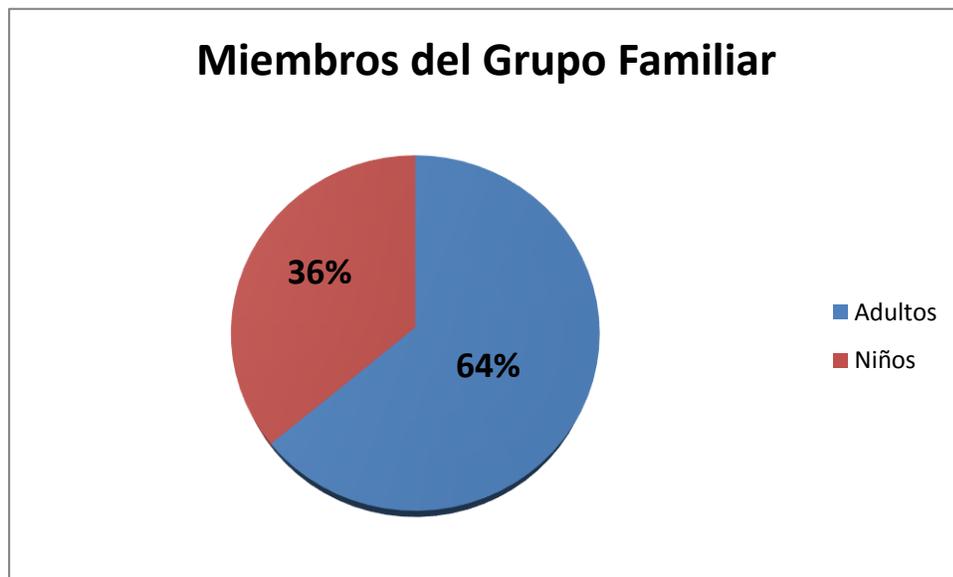


Figura 1.5: Miembros del Grupo Familiar

Mayoritariamente las edificaciones existentes son dedicadas a vivienda residencial. Siendo estas en su mayoría de una planta, existiendo también de dos plantas y en baja proporción para fincas. En la gran mayoría de tenencia propia.

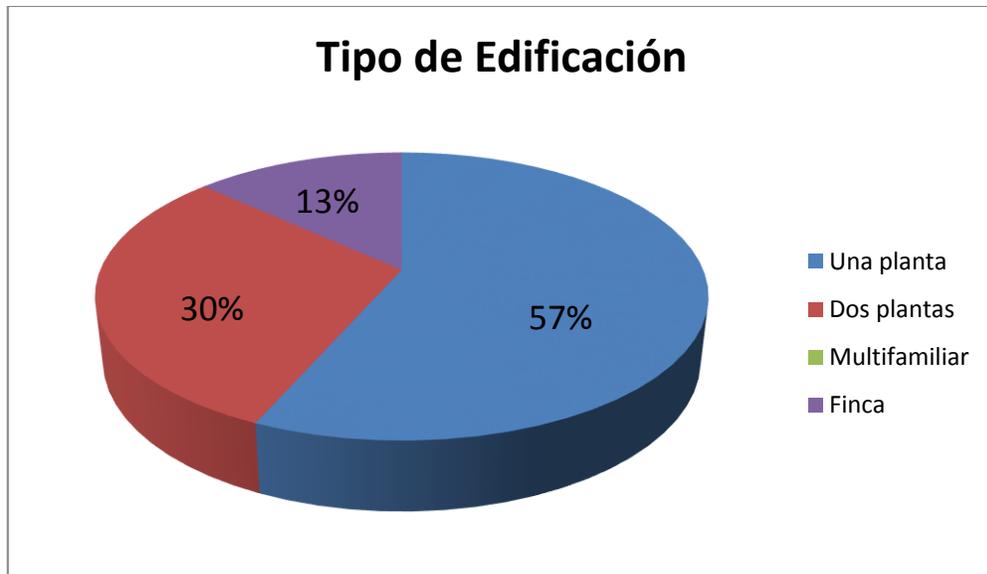


Figura 1.6: Tipo de Edificación existente en la comunidad

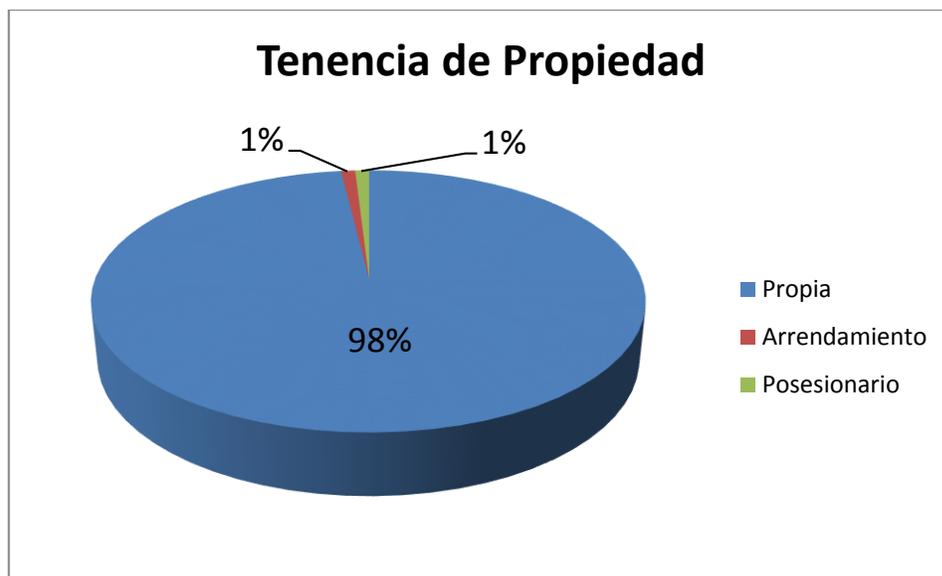


Figura 1.7: Tenencia de Propiedad existente en la comunidad

Respecto al tipo de ingresos la mayoría de comuneros tienen un trabajo ocasional, recibiendo remuneraciones quincenalmente.

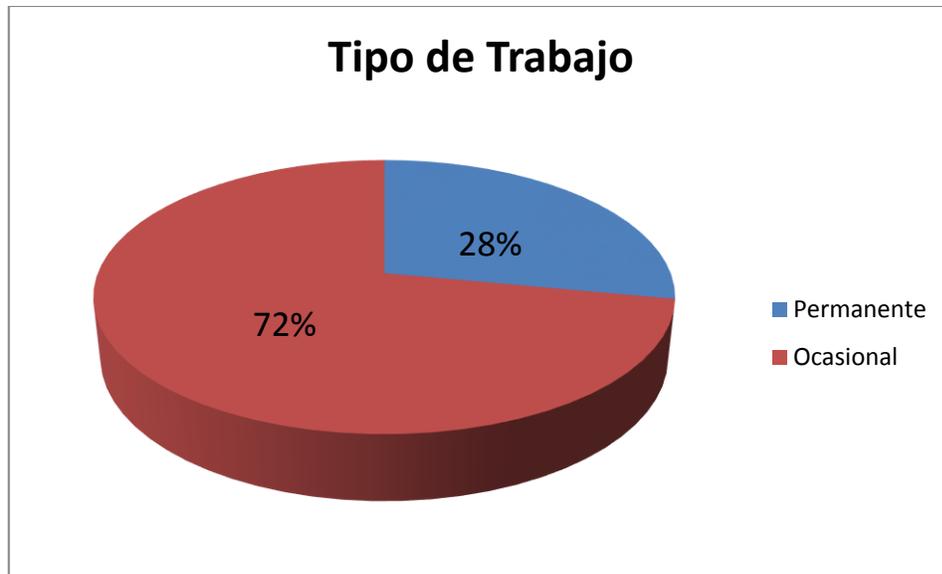


Figura 1.8: Tipo de Trabajo del jefe de familia existente en la comunidad

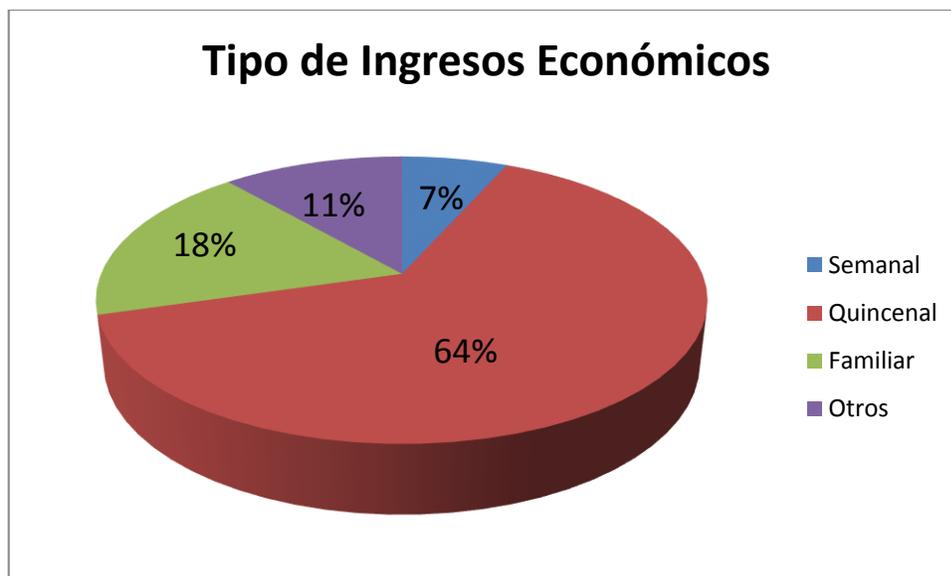


Figura 1.9: Tipo de Ingresos Económicos del jefe de familia existente en la comunidad

La instrucción del jefe de hogar en su mayoría a recibido la educación primaria, una menor parte no tiene y en su minoría educación secundaria.

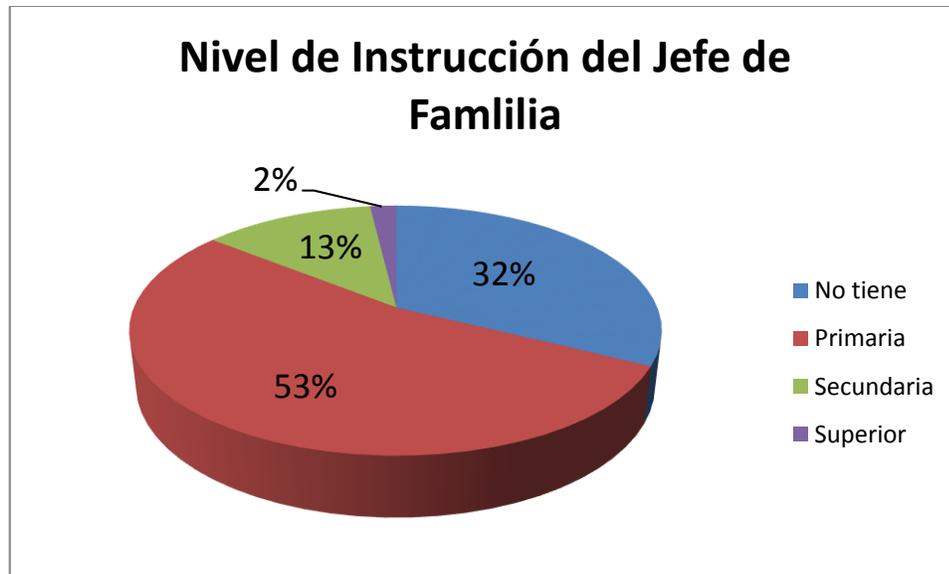


Figura 1.10: Nivel de instrucción del jefe de familia existente en la comunidad

1.4.2 Agricultura y ganadería

Siendo estas las principales ramas a las que se dedican los comuneros para obtener ingresos económicos. En la ganadería en su gran mayoría se dedican a la crianza de ganado, borregos, cerdos y en menor porcentaje a aves, cuyes, caballos y conejos. (G.A.D. SIGSIG, 2012)

En cuanto a la agricultura, según el Censo Nacional Agropecuario 2013, el principal cultivo agrícola para los hogares es el maíz suave seco, que se cultiva asociado con el fréjol seco y otras especies como las habas secas; estos productos son estratégicos para la familia puesto que se pueden consumir o vender tanto en fresco como en seco. El segundo producto agrícola en orden de importancia para los hogares rurales de San José de Raranga son las papas y otros productos que contribuyen a la alimentación diaria y cuando hay excedente se destina al mercado. Además, hortalizas, frutales menores y en una menor proporción frutales mayores y cereales. (Coronel Alvaro, 2015).

Los destinos de los productos para ser comercializados en mercados son principalmente: La parroquia Cumbe y la Ciudad de Cuenca, en menor proporción el centro parroquial

de San José de Raranga. En la comunidad no existe un mercado o intercambio de productos por lo que los comuneros aprovechan al sacar sus productos para adquirir los restantes para consumo humano. (G.A.D. SIGSIG, 2012).

1.5 Estado sanitario actual

Actualmente la comunidad cuenta con el abastecimiento de agua potable en su gran mayoría con un estado de conexión bueno.

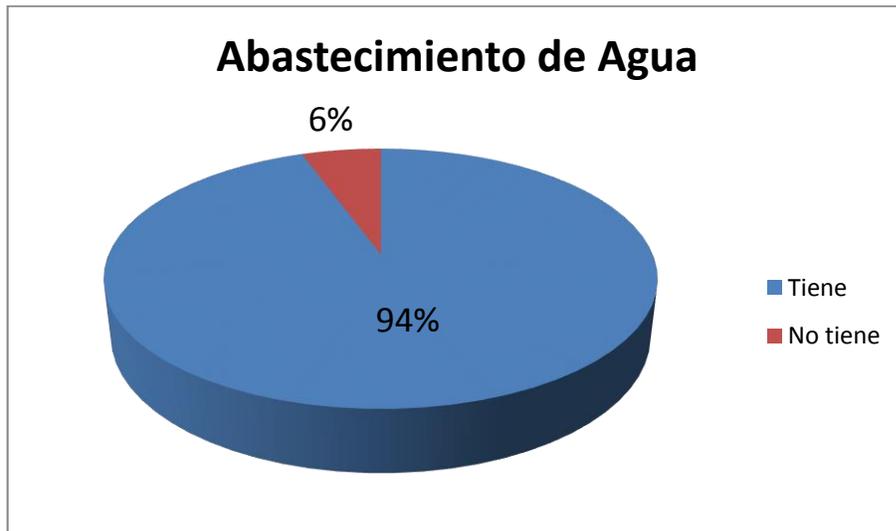


Figura 1.11: Abastecimiento de Agua existente en la comunidad

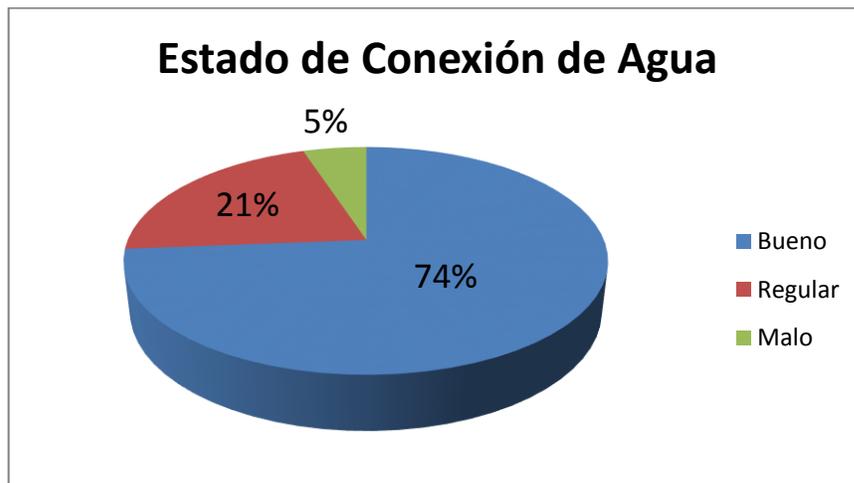


Figura 1.12: Estado de conexión de Agua existente en la comunidad

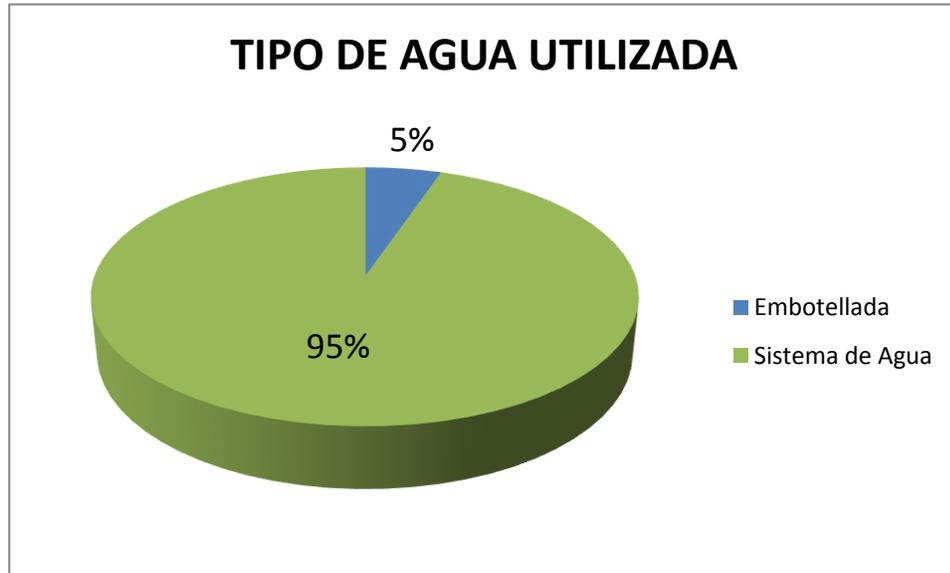


Figura 1.13: Tipo de Agua Utilizada en la comunidad

Respecto a la descarga de aguas servidas en su gran mayoría se lo hace a pozos sépticos; una minoría descarga directamente a fuentes hídricas superficiales o al suelo. En cuanto al alcantarillado para aguas lluvias no existe en la comunidad.

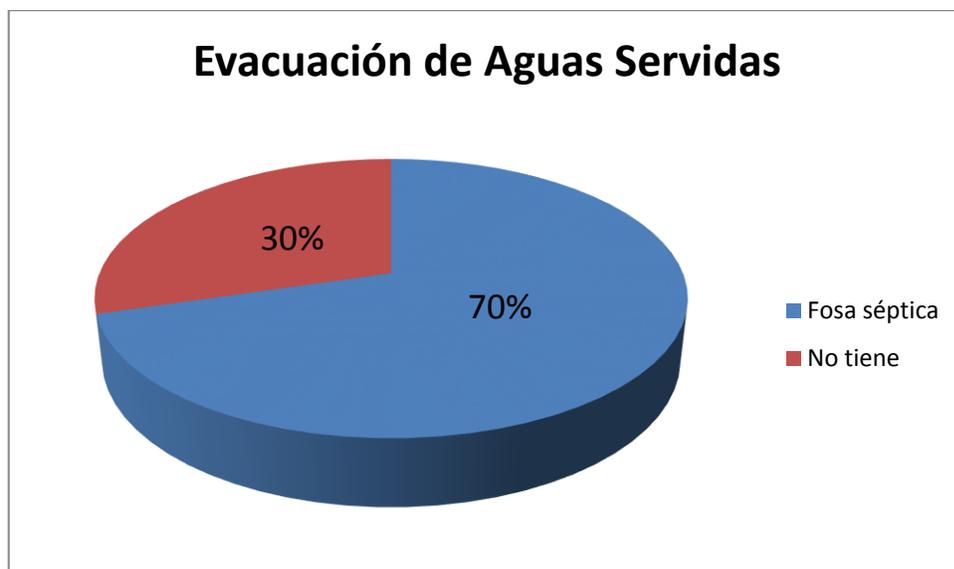


Figura 1.14: Tipo de Evacuación de Aguas Servidas utilizadas en la comunidad

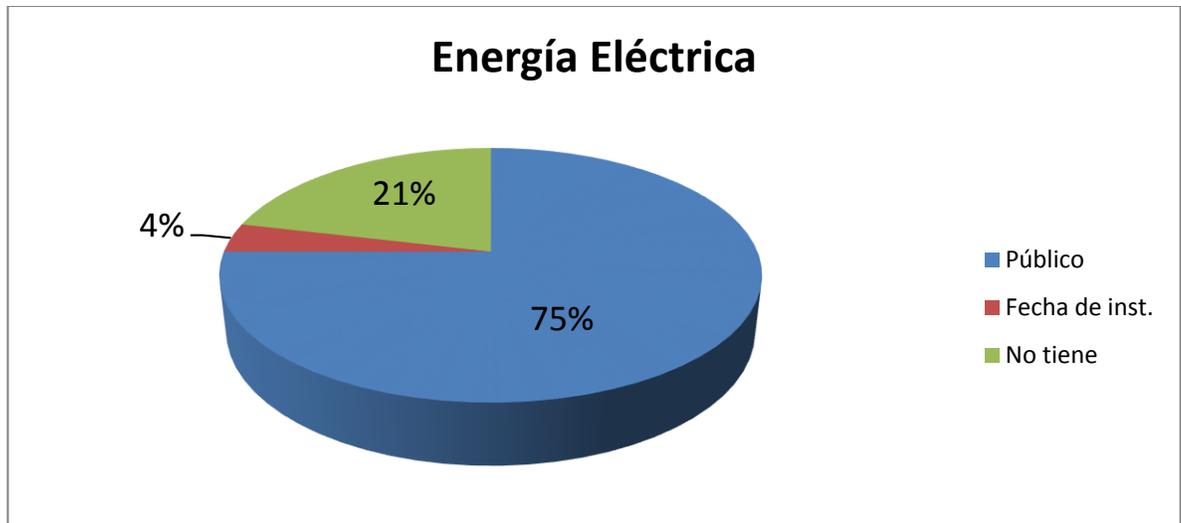


Figura 1.15: Energía Eléctrica utilizada en la comunidad

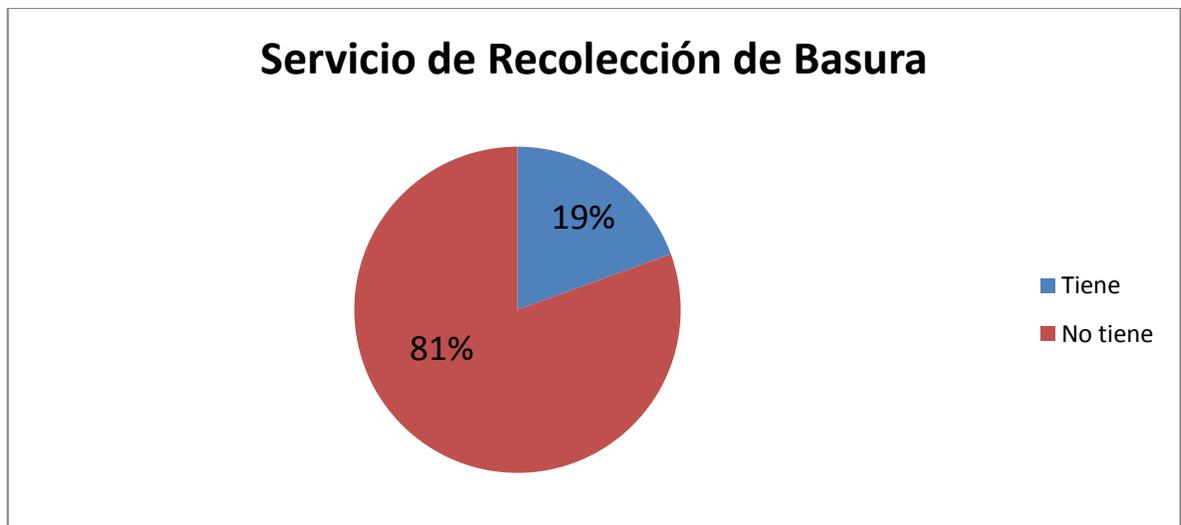


Figura 1.16: Servicio de recolección de basura en la comunidad

La mayoría de la población tiene acceso a la energía eléctrica pública y a la recolección de basura que se la realiza los días jueves en la mañana pasando 15 días.

Salud.

Dentro de la comunidad, los índices de desarrollo en salud se sitúan en correspondencia con los índices de incidencia de la pobreza, con insuficiente dotación de redes de infraestructura y servicios básicos de saneamiento. La prevalencia de la desnutrición crónica en niños menores a 5 años es producto de la persistencia de enfermedades parasitarias e infecciosas consecuencia a su vez de las malas condiciones higiénicas de las viviendas y del medio ambiente en general. (G.A.D. SIGSIG, 2012).

Las principales enfermedades están relacionadas con un mal tratamiento del agua para consumo humano y la falta de un buen sistema de disposición final de las aguas servidas.

1.6 Servicios sanitarios existentes.

Actualmente no existe un sistema de alcantarillado para la evacuación de aguas servidas domiciliarias, la mayoría de la población utiliza pozos sépticos para la descarga, estando estos sin mantenimiento y por ende en mal estado pudiendo ser una fuente de patógenos y atracción de vectores; en otros casos se descarga directamente a fuentes hídricas o al suelo, siendo una fuente de bacterias patógenas y atracción de vectores, afectando directamente a la salubridad de la población y al medio ambiente de la comunidad.

Además se podría contaminar a poblaciones aledañas y a las cuales son llevados sus productos alimenticios para ser comercializados.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO

2.1 Criterios de Diseño

Una red de alcantarillado sanitario consiste en la recolección, transporte y disposición final de las aguas servidas, dicho sistema trabaja a gravedad, se elegirá topográficamente las mejores opciones para el trazado de la red evitando excavaciones excesivas y diámetros de tubería incorrectos.

Dicha red será diseñada para aguas provenientes de uso doméstico ya que en la comunidad La Esmeralda no existe ningún tipo de industria ni comercio.

Los criterios de diseños estarán basados en normativas nacionales tales como: “NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA” del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente LIBRO VI ANEXO 1, “CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL” del instituto ecuatoriano de normalización I.N.E.N. , del libro “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados”.

2.1.1 Periodo de Diseño

Es el tiempo en el cual la obra civil debe funcionar de manera adecuada durante un periodo en el que se considera el crecimiento poblacional y la vida útil de los elementos para lo cual fueron diseñados, sin necesidad de modificaciones, ni ampliaciones.

Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñarán para un periodo de 20 años. (I.N.E.N., 1997).

2.1.2 Población

El alcance del proyecto está basado en la población que recibirá el servicio, habiendo definido dicha población mediante la aplicación de encuestas con una buena precisión ya que se las realizó vivienda por vivienda. Para el diseño se utilizara el valor de la población futura.

Población futura o de diseño. Es el número de habitantes que se espera tener al final del periodo de diseño. (I.N.E.N., 1997).

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomarán como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales y recuentos sanitarios. A falta de datos, se adoptará el método de la proyección geométrica. (I.N.E.N., 1997).

$$P_f = P_a * (1 + r)^{t-t_0} \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

Dónde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

r: Tasa de crecimiento poblacional.

t: Tiempo final en años.

t₀: Tiempo inicial en años.

(Báez, 2004)

Tabla 2.1 Tasas de crecimiento poblacional.

Código	Nombre parroquia	Tasa de Crecimiento Anual 2001-2010		
		Hombre	Mujer	Total
	Nacional	1.96%	1.93%	1.95%
10950	SIGSIG	1.22%	1.13%	1.17%
10951	CUCHIL	0.52%	0.75%	0.65%

10952	GIMA	-1.34%	-1.16%	-1.24%
10953	GUEL	0.82%	0.60%	0.69%
10954	LUDO	0.98%	1.10%	1.04%
10955	SAN BARTOLOME	1.91%	2.34%	2.15%
10956	SAN JOSE DE RARANGA	1.89%	1.24%	1.52%

Fuente: (I.N.E.C, 2010).

Por lo tanto se escogerá el valor de 1.52 ya que la comunidad se encuentra en la parroquia San José de Raranga y la tasa de crecimiento anual de 1990 a 2001 es -1.11.

Aplicando la ecuación 2.1 obtenemos:

$$P_f = 338 * (1 + 0.0152)^{2036-2016}$$

$$P_f = 456 \text{ Habitantes}$$

Para la obtención de la Densidad Poblacional se utiliza la siguiente ecuación:

$$D = \frac{P_f}{A} \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

Dónde:

Pf: Población Futura

A: Área del Proyecto en Ha.

$$D = \frac{456}{51.13}$$

$$D = 8.92 \text{ hab/Ha}$$

$$D \approx 9 \text{ hab/Ha}$$

2.1.3 Áreas de Aportación

La determinación de las áreas de aportación debe hacerse de acuerdo al plano topográfico de la población y el trazado de las tuberías. El área bruta se obtiene trazando las diagonales sobre las manzanas de la población. (López Cualla, 2004)

2.1.4 Dotación

La dotación es la cantidad de agua necesaria por una persona diariamente para satisfacer sus necesidades. La misma que debe ser provista de un sistema público.

Dependiendo de factores que afectan al consumo tales como costumbres, nivel de educación, usos públicos, industriales y comerciales. Tomando un valor promedio de la población a servir.

Tomar en consideración condiciones climáticas del sitio, volúmenes para la protección contra incendios, dotaciones de lavado de plazas, otras tales como la limpieza del sistema de alcantarillado.

Debe considerarse el incremento anual y el probable consumo futuro según el periodo de diseño establecido de la obra.

Tabla 2.2 Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
	DE	
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.

IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillo sanitario.
Simbología utilizada: AP: agua potable DE: disposiciones de excretas DRL: disposición de residuos líquidos.		

Fuente: (INEN, 1992)

La comunidad 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 2.3 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (l/hab*día)
la	25	30
lb	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: (INEN, 1992)

La opción a elegir ya que la comunidad se encuentra en un clima frío y tiene un nivel de servicio de IIb es: 75 l/hab*día.

2.2 Determinación del caudal de diseño

2.2.1 Caudales de Aguas Servidas

El caudal de diseño para cada tramo de la red de recolección y evacuación de un sistema de alcantarillado sanitario será el resultante de la suma del caudal máximo horario del día, con los aportes por conexiones erradas, e infiltraciones. Este caudal corresponderá a las contribuciones acumuladas que llegan al tramo hasta el pozo de inspección inferior. (Báez, 2004).

$$Q_{DIS} = Q_{MH} + Q_{CE} + Q_{INF} \quad \text{Ecuación (2.3)}$$

Dónde:

Qdis: Caudal de Diseño

Qmh: Caudal máximo horario

Qce: Caudal por conexiones erradas

Qinf: Caudal de infiltración

(Báez, 2004)

Para el caudal de infiltración:

$$Q_{INF} = LON\ DEL\ TRAMO * 1 \frac{l}{s} km \quad \text{Ecuación (2.4)}$$

Para el caudal por conexiones erradas:

$$Q_{CE} = \frac{80 * POBLACION\ FUTURA}{86400} \quad \text{Ecuación (2.5)}$$

Caudal medio diario de aguas residuales

El caudal para esta red va a ser únicamente de aguas residuales domésticas e institucionales influyendo factores tales como:

Periodo de diseño, dotación y población.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN} \quad \text{Ecuación (2.6)}$$

Dónde:

Q_{MD} : Caudal medio diario

Q_D : Caudal doméstico

Q_I : Caudal industrial

Q_C : Caudal comercial

Q_{IN} : Caudal institucional

(Báez, 2004)

La siguiente ecuación está dada para el caudal de diseño de aguas residuales domésticas en l/s.

$$Q_D = \frac{D * P * R}{86400} \quad \text{Ecuación (2.7)}$$

Dónde:

D: Dotación de agua potable en l/h*d

P: Población servida

R: Coeficiente de retorno

Coeficiente 86400: Necesario para obtener el Qd en l/s

(Báez, 2004)

Tabla 2.4 Coeficiente de Retorno

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	RANGO DE R
Bajo y Medio	0.7-0.8
Medio Alto y Alto	0.8-0.85

Fuente: (Báez, 2004)

El sistema tendrá una complejidad entre media y baja por lo que el valor adecuado es 0.80.

Al aplicar la ecuación 2.7

$$Q_D = \frac{75l/h * d * 456h * 0.80}{86400}$$

$$Q_D = 0.32l/s$$

La estimación de aportes para pequeñas instituciones ubicadas en zonas rurales puede hacerse con base a valores de (0.4 a 0.5 l/s por hectárea institucional). (Báez, 2004)

El área de la escuela “Alfonso Ayora” consta de un espacio físico de 1404 m², dando un dimensionamiento de 0.14 hectárea.

$$Q_{IN} = 0.14 * 0.5$$

$$Q_{IN} = 0.07l/s$$

Al aplicar la ecuación 2.6

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

$$Q_{MD} = 0.32 + 0 + 0 + 0.07$$

$$Q_{MD} = 0.39 l/s$$

Caudal máximo horario

Es el caudal que definirá el dimensionamiento de la red sanitaria, es el producto del caudal medio diario por un factor de mayoración.

O el caudal a la hora de máxima descarga,

$$Q_{MH} = F * Q_{MD} \quad \text{Ecuación (2.8)}$$

Dónde:

F: Factor de mayoración

Q_{MH} : Caudal máximo horario

Q_{MD} : Caudal medio diario

Para el valor de mayoración se hará uso de la ecuación de Babbitt ya que la población es inferior a 1000 habitantes.

$$F = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{Ecuación (2.9)}$$

Dónde:

P: Población servida en miles de habitantes.

P: 4,56 valor correspondiente a la comunidad La Esmeralda.

Al aplicar la ecuación 2.9

$$F = \frac{18 + \sqrt{4,56}}{4 + \sqrt{4,56}}$$

$$F = 3.99$$

Al aplicar la ecuación 2.8

$$Q_{MH} = 3.99 * 0.39$$

$$Q_{MH} = 1.56 \text{ l/s}$$

2.3 Información técnica del diseño

2.3.1 Diámetro de la tubería

El diámetro mínimo de las tuberías de la red de alcantarillado será de 200mm.

Las conexiones domiciliarias se realizarán con tubería de 100 mm de diámetro y con una pendiente mínima del 1%. (I.N.E.N., 1997).

2.3.2 Velocidades

Cuando las aguas fluyen por colectores a baja velocidad por tiempos prolongados, los sólidos transportados pueden depositarse. Por ello debe haber velocidades suficientes durante varias horas del día para poder transportar los sólidos depositados en los periodos de baja velocidad. Recomendando como velocidad mínima real permitida en el colector de 0.45 m/s. (Báez, 2004)

La velocidad máxima dependerá del material de la tubería y en todo caso se deberá cumplir con las especificaciones del fabricante. Para evitar la abrasión de la tubería.

Los modelos de cálculo para flujo uniforme comúnmente utilizado en nuestro medio es el de Manning. Siendo su ecuación:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad \text{Ecuación (2.10)}$$

Dónde:

V: Velocidad media en la sección (m/s)

R: Radio hidráulico: Diámetro/4

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

S: Pendiente del tramo de tubería (m/m)

(López Cualla, 2004).

2.3.3 Rugosidad

La rugosidad superficial se presenta por el tamaño y la forma de los componentes de la superficie del material que forman el perímetro mojado y que producen un efecto retardador del flujo.

Tabla 2.5 Valores de rugosidad de Manning

Características	Valor n de Manning
Tubería de Hormigón	0.013
Tubería de Hierro Fundido	0.012
Tuberías de PVC, asbesto-cemento, o tuberías recubiertas con mortero de cemento	0.011
Tuberías de acero	0.011

Fuente: (INEN, 1992)

2.3.4 Relaciones Hidráulicas Para Colectores Parcialmente Llenos

El calado máximo de agua en las tuberías no debe sobrepasar el 75% del diámetro. (I.N.E.N., 1997).

En diseños de alcantarillados se debe usar relaciones hidráulicas para tener un adecuado trabajo por parte de los colectores evitando la pronta abrasión de la tubería.

Se debe asegurar un borde libre que permita la adecuada ventilación de la tubería, en razón de la alta peligrosidad de los gases que en ella se forman. El criterio más utilizado está en función de la capacidad de transporte de agua en la tubería (Q/Q_0). (López Cualla, 2004).

Donde el caudal a sección llena es:

$$Q = V * \frac{D^2 * \pi}{4} \quad \text{Ecuación (2.11)}$$

Dónde:

V: Velocidad a sección llena

D: Diámetro de la tubería

(Báez, 2004)

2.3.5 Profundidad de Tuberías y Ubicación.

Las tuberías de la red de alcantarillado se colocarán en el lado opuesto de las calles de aquel en el que se encuentran las tuberías del sistema de agua potable, dando preferencia para su instalación la posición sur oeste. (I.N.E.N., 1997).

La profundidad mínima de la clave de la tubería debe ser de 1.2 m con respecto a la calzada. En zonas verdes o calles peatonales la profundidad mínima puede reducirse a 0.75m. En terrenos planos con problemas de drenaje es posible reducirse la profundidad mínima considerando la seguridad estructural de la tubería. (López Cualla, 2004).

Las tuberías sanitarias deben ubicarse siempre por debajo de las tuberías de agua potable a una distancia mínima vertical de 0.30 m. La distancia horizontal libre entre ellas deberá ser igual o mayor a 1.50 m. (Báez, 2004)

La tubería debe estar protegida de cualquier agente que pueda lastimarla o fisurarla causando problemas ambientales y de salubridad a la población,

2.3.6 Material de la tubería

Existen diferentes materiales para tuberías presentando características diferentes como velocidad de transporte, rugosidad, resistencia a gases corrosivos entre otros.

El tipo de material de la tubería del alcantarillado será de P.V.C. (Poli cloruro de vinilo) rígido de pared estructurada e interior lisa. Debido a las fuertes pendientes encontradas en la comunidad pudiendo manejar velocidades altas hasta de 9m/s, descrita en la norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes; presenta mejor manejabilidad

en transporte e instalación, mayor disposición en el mercado zonal cumpliendo normativas de construcción con mayor cuidado que las de hormigón.

2.3.7 Pendiente

Es recomendable que la red tenga pendientes suaves para evitar volúmenes altos de excavación en zonas planas. Lo contrario puede presentarse en zonas de laderas pronunciadas que obligan pendientes elevadas. En la mayor parte hay que procurar que la tubería siga la pendiente natural del terreno.

Tabla 2.6 Pendientes mínimas para alcantarillado

Diámetro (mm)	Pendiente(m/m)
200	0,004
250	0,003
300	0,0022
375	0,0015
450	0,0012
525	0,001
600	0,0009
675 y mayores	0,0008

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1995)

2.3.8 Pozos de Revisión

Son estructuras diseñadas para la inspección, mantenimiento y limpieza de los colectores, dando fluidez a la red y evitando la retención de sólidos.

Deberá existir un pozo de revisión en todo cambio de dirección o pendiente del colector y en los puntos de intersección de colectores. (I.N.E.N., 1997). Además es recomendable uno al inicio de la cabecera de la red.

La distancia máxima entre dos pozos de revisión depende del diámetro de la tubería que los conecta. Cuando el diámetro es menor a 200mm la distancia mínima entre pozos es de 100m. Y para diámetros entre 400mm a 800mm la distancia máxima de 150m. (I.N.E.N., 1997).

La abertura superior del pozo será como mínimo 0,6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo. El diámetro del cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo.

Tabla 2.7 Diámetros recomendados de pozos de revisión

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

Fuente: (INEN, 1992)

Las tapas de los pozos serán circulares de hierro fundido u hormigón armado las cuales dispondrán de un dispositivo de aseguramiento evitando aperturas por personas no autorizadas, pudiendo introducir objetos extraños o la sustracción de las tapas.

2.3.9 Pozos de Salto

Utilizadas cuando la diferencia entre el colector de llegada y el fondo del pozo sobrepase la altura máxima de descarga libre de 0,6 m. Agrandando el diámetro del pozo y se instalará una tubería vertical dentro del mismo que intercepte el chorro de agua y lo conduzca hacia el fondo. El diámetro máximo de la tubería de salto será 300mm. (INEN, 1992). Así se evitara la erosión en las paredes de los pozos.

2.3.10 Conexiones Domiciliarias

Tramo de tubería encargada de conducir las aguas servidas desde la caja de revisión exterior de la vivienda hasta la red de alcantarillado. Toda conexión domiciliaria debe

partir desde una caja de revisión conteniendo algún dispositivo para evitar el ingreso de sólidos gruesos a la tubería de la red. (I.N.E.N., 1997).

Se iniciará con una estructura, denominada caja de revisión o caja domiciliaria, a la cual llegará la conexión intra domiciliaria. Permitiendo acciones de limpieza de la conexión domiciliaria. La sección mínima de una caja domiciliaria será de 0,6 x 0,6 m. y su profundidad será la necesaria para cada caso. El empate con la tubería central se hará con un ángulo de 45°. (INEN, 1992).

2.4 Descargas

La red de alcantarillado que se diseñara para la comunidad La Esmeralda, conducirá estas aguas residuales hasta una planta de tratamiento, después de recibir un tratamiento para devolver el agua a la naturaleza en las condiciones similares que ella entrega, se descargara en el río Bolo.

2.5 Condiciones de diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales

2.5.1 Introducción

Al constar con una red de alcantarillado que está encargada de la recolección de las aguas residuales domesticas de la comunidad, dichas aguas no pueden ser arrojadas directamente a un cuerpo receptor por lo general hídrico ya que sería potencialmente vulnerable a cualquier brote de enfermedades, además se daña el ecosistema alternando la flora, la fauna y la estética paisajística.

El agua tiene una gran capacidad de regeneración pero esta misma facilidad tiene un límite por lo que se podría convertir en peligrosa para la salud humana, y dañina para la vida. Por lo tanto se buscará un sistema que cumpliendo con las normas sea económico y de fácil mantenimiento.

2.5.2 Aguas Residuales

Son las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original. (AMBIENTAL, 2002).

2.5.3 Composición de las aguas residuales

A continuación se describirá las principales características a evaluar de las aguas residuales.

Características Físicas

Sólidos Totales:

Es la materia que se encuentra en el agua residual, su concentración indica la posible cantidad de lodos que se van a generar durante la operación de la planta de tratamiento, también indican la turbiedad debido a los sólidos no filtrables. (Metcalf & Eddy, 1995).

Sólidos en suspensión:

Son fracciones de sólidos retenidos en un filtro, medido después que se han secado a cierta temperatura. Este tipo de sólidos dan lugar al desarrollo de depósitos de fango y condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual en el entorno acuático. (Metcalf & Eddy, 1995).

Color:

El color en el agua resulta de la presencia en solución de diferentes sustancias como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta. (Severiche Sierra, 2013)

Olor:

El agua pura es inodora, los olores ocurren en las aguas debido a la presencia de diferentes sustancias, generalmente orgánicas, aunque también producen olores algunas inorgánicas, como el sulfuro de hidrógeno. (Severiche Sierra, 2013)

Temperatura:

La temperatura es un parámetro físico que afecta mediciones de otros como pH, alcalinidad o conductividad. Las temperaturas elevadas resultantes de descargas de agua caliente, pueden tener un impacto ecológico significativo por lo que la medición de la temperatura del cuerpo receptor, resulta útil para evaluar los efectos sobre éste. (Severiche Sierra, 2013)

Características Químicas

Comprenden compuestos químicos orgánicos como inorgánicos, siendo los primeros los causantes de la disminución de oxígeno mientras que los inorgánicos tienen más influencia en la toxicidad.

Demanda Bioquímica de Oxígeno:

Sus siglas son D.B.O. es la medida de la cantidad de oxígeno necesaria para degradar la materia orgánica presente en el agua.

Demanda Química de Oxígeno:

Sus siglas son D.Q.O. es el volumen de oxígeno requerido para oxidar la parte orgánica de una muestra susceptible a la oxidación por un agente químico.

Tóxicos:

Agreden a los microorganismos y a los procesos de tratamiento provenientes generalmente de farmacéuticos. Son el plomo, cromo, zinc, mercurio, cianuro, ácidos, derivados del petróleo y biocidas.

Gases:

En aguas residuales son el resultado de la descomposición de la materia orgánica y el contacto con la atmósfera los más comunes son: Oxígeno disuelto, dióxido de carbono, metano y amoníaco.

Características Biológicas

Grupo Coliforme:

Incluye todas las bacterias facultativas aerobias y anaerobias, Gram negativas, el NMP número más probable es una prueba para determinar la densidad probable de la población de coliformes.

2.5.4 Tratamiento de Aguas Residuales

Las aguas residuales son transportadas desde su punto de origen hasta la planta de tratamiento de aguas residuales. Debiendo antes de ser descargado al río Bolo cumplir con los siguientes parámetros:

Tabla 2.8 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
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

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto 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/100 ml		¹ 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)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250

¹ Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hydrocarburos 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
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0

Fuente: (AMBIENTAL, 2002).

Con la planta de tratamiento se removerá la materia diferente al agua en condiciones naturales de este modo llegando a los límites permisibles de descarga al cuerpo receptor. Dependiendo del grado de tratamiento que necesite el agua residual siguiendo parámetros técnicos y económicos. Tipos de Tratamiento:

Tratamiento primario:

Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejillas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual. (AMBIENTAL, 2002).

Tratamiento secundario:

Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos. (AMBIENTAL, 2002).

Para la elección del sistema a emplear se tienen que tener en cuenta aspectos tales como: las características del agua residual, el espacio disponible, costos de construcción, operación, económicos y de fácil manejo.

2.5.5 Componentes del Sistema

Se describirá componentes utilizados en nuestro medio que puedan ser aplicados al sistema de tratamiento del agua residual. Teniendo en cuenta limitaciones de espacio, dando un correcto tratamiento a las aguas residuales sin causar malestares en los comuneros.

2.5.5.1 Componentes de Tratamiento Primario

Tanque Séptico de doble cámara:

El agua residual domiciliaria llega al tanque séptico herméticamente sellado, donde dicho fluido es sometido a un tratamiento primario, tras un cierto tiempo de retención generalmente de 12 horas a 3 días, de modo que se permita la sedimentación de los sólidos convirtiéndose en sustancias más simples de tratar y estables.

Esta sedimentación forma un material denominado “lodo” el cual debe ser extraído periódicamente. En la superficie del tanque flotarán grasas y aceites denominados espumas o natas. Pasando el fluido por el medio de estas dos materias. El lodo compuesto por materia orgánica y las natas son descompuestos por bacterias anaerobias

transformándose una gran cantidad en gases, dióxido de carbono CO₂, metano CH₄, sulfhídrico SH₂, y en un fluido más estable.

Teniendo ventajas que se acoplan a la necesidad de la comunidad:

- Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, condominios, hospitales, etc.
- Su limpieza no es frecuente.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

(O.P.S., 2005)

Una fosa séptica de doble compartimiento es a la que se ha agregado paredes perforadas en forma transversal, buscando uniformizar el flujo horizontal del agua residual, de modo que retenga mayor cantidad de material en suspensión. (Rengel Barrera, 2009)

Normativas:

- Debe proveerse espacio suficiente para la acumulación de fangos de 1 a 3 años que corresponde a 2/3 del volumen total del tanque.
 - Debe localizarse donde no pueda ocasionar contaminación a pozos o manantiales de agua, distancia mínima 15m.
 - Distancia mínima a viviendas 2.5m.
 - Deberá estar equipado con estructuras de entrada, de intercomunicación entre compartimientos, y de salida. Además contar con un tubo ventilación de gases tóxicos, para impedir su acumulación dentro del tanque. (INEN, 1992).
-
- Ancho interno mínimo debe ser igual a 0.80m.
 - Profundidad útil mínima 1.20m.
 - Relación largo y ancho comprendida entre 2 y 4.
 - El primer compartimiento es de 2/3 de la longitud y el segundo compartimiento de 1/3 de la longitud.

- El borde inferior de los orificios de paso entre los compartimientos debe estar a una altura de 2/3 del valor de la altura útil medida desde el fondo.

(CIVIL, NBR 7229 : Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos (Diseño, construcción y operación de sistemas de tanques sépticos), 1993).

En el comienzo contara con una rejilla que evitara el ingreso de materiales gruesos impidiendo la obstrucción, permitiendo un flujo normal del agua residual hacia las unidades de depuración.

Tabla 2.9 Contribución unitaria de aguas residuales y de lodo fresco por tipo de predio y ocupante.

Predio	Unidad	Contribución Aguas Residuales	Lodo Fresco (litros/día)
1. Ocupantes Permanentes			
Hospitales	Cama	250	1.00
Apartamentos	Persona	200	1.00
Residencias	Persona	150	1.00
Escuelas Internados	Persona	150	1.00
Casas populares. Rurales	Persona	120	1.00
Hoteles	Persona	120	1.00
Alojamientos Provisionales	Persona	80	1.00

Fuente: (Gandur Dacach, 1984).

Siendo los valores adecuados para la comunidad por estar conformada por casas populares o rurales una contribución de aguas residuales de 120 l. y lodo fresco de 1.00 l/d.

El primer compartimiento se denomina “Cámara de Digestión” y el segundo “Cámara de Pulimentos”, con el uso de estas dos cámaras se asienta la mayoría de material sedimentable en la cámara de digestión, con el separador entre compartimientos se evita que la nata superficial salga con el efluente

$$V = 1.3 * N(C * T + 100Lf) \quad \text{Ecuación (2.12)}$$

Dónde:

V: Volumen en litros

N: Número de contribuyentes

C: Contribución de aguas residuales (l/hab*día)

T: Periodo de retención en días

Lf: Contribución de lodos frescos (l/hab*día)

(CIVIL, NBR 7229 : Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos (Diseño, construcción y operación de sistemas de tanques sépticos), 1993).

$$h_{Ori} = \frac{2}{3} * h_u \quad \text{Ecuación (2.13)}$$

Dónde:

h_{ori}: altura de ubicación del orificio de paso (m).

h_u: altura de la fosa séptica asignada (m) >1.2m.

$$A_{TOri} = 0.1 * A_{Th} \quad \text{Ecuación (2.14)}$$

Dónde:

A_{Tori}: área transversal del orificio de paso (m²).

A_{Th}: área transversal fosa séptica asignada (m²).

La eficiencia de las fosas sépticas respecto a la remoción de sólidos suspendidos varía desde 16% hasta 70% y excepcionalmente más, siendo un rango normal entre 50 y 70%.

En cuanto a la remoción de DBO, se han obtenido valores que oscilan entre 35% hasta 84%. Valores típicos en condiciones de buena operación están en el rango de 30% a 50%. (Rengel Barrera, 2009).

2.5.5.2 Componentes de Tratamiento Secundario

Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional:

Proceso continuo de tratamiento anaeróbico de aguas residuales en el cual el desecho circula de abajo hacia arriba a través de un manto de lodos o filtro, para estabilización parcial de la materia orgánica. El desecho es retirado del proceso en la parte superior y normalmente se obtiene gas como subproducto del proceso. (INEN, 1992).

El afluente debe transmitirse a través de tuberías de PVC perforadas (o de hormigón), instalado en la parte inferior del filtro. El filtro anaerobio debe tener una cubierta de hormigón, con la tapa de inspección situado en la parte superior. (CIVIL, 1997).

El material filtrante debe tener las siguientes características:

- Grava, piezas de plástico (en anillos o estructurada) u otros materiales resistentes al ambiente agresivo. En el caso de grava con dimensiones lo más uniforme posible. No se debe permitir la mezcla de piedras con diferentes dimensiones, excepto en capas separadas, para no causar obstrucción prematura del filtro.
- El área específica del material de filtro no debe ser considerado como un parámetro en la elección del material filtrante.

(CIVIL, 1997).

El área necesaria es reducida, la dificultad de operación es simple, tiene un costo operacional bajo y la mantención es simple.

Para orientación en los diseños preliminares de plantas con lechos anaeróbicos de manto de lodos, se dan los siguientes parámetros:

- Carga hidráulica: entre 0,04 m/h y 0,16 m/h.
- Tiempo de retención: entre 5 h y 17 h.

(INEN, 1992).

La carga orgánica volumétrica varia de 0.1 KgDBO/m³*día a 0.5 KgDBO/m³*día.

Tabla 2.10 Aporte diario de aguas residuales y carga orgánica.

Tipo de Edificación	Unidad	Contribución de Agua Residual l/d	Contribución de Carga Orgánica gDBO/d
1. Ocupantes Permanentes			
Residencial			
Predio Alto	Persona	160	50
Predio Medio	Persona	130	45
Predio Bajo	Persona	100	40
Hotel	Persona	100	30
Alojamiento Provisional	Persona	80	30

Fuente: (CIVIL, 1997).

Siendo los valores adecuados para la comunidad por estar conformada por casas populares o rurales una contribución de aguas residuales de 80 l/d. y contribución de carga orgánica de 30 gdbo/d.

$$L = N * Co \quad \text{Ecuación (2.15)}$$

Dónde:

L: Carga Orgánica del Afluente (KgDBO/día)

N: Número de Contribuyentes

Co: Contribución de carga orgánica

$$Vu = \frac{L}{Lv} \quad \text{Ecuación (2.16)}$$

Dónde:

L: Carga Orgánica del Afluente (KgDBO/día)

Lv: Carga Orgánica Volumétrica (KgDBO/m³xdía)

La eliminación de DBO y de sólidos suspendidos puede ser entre 85% a 90% para ambos parámetros, pero normalmente está dentro de 50% a 80%, para la DQO la eficiencia de remoción promedio esta entre el 68% al 79%. (Chernicharo, 2007).

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO

3.1 Diseño de la red

La red de alcantarillado se diseñará de acuerdo a las necesidades de la comunidad “La Esmeralda” y siguiendo las guías: “NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA” del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente LIBRO VI ANEXO 1, “CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL” del instituto ecuatoriano de normalización I.N.E.N. del libro “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados.

3.1.1 Descripción de la red

La red de alcantarillado de la comunidad “La Esmeralda” recogerá las aguas servidas procedentes de las viviendas que son de uso doméstico según las encuestas realizadas. Teniendo una topografía difícil para el trazado de los colectores y la densidad poblacional muy baja en algunos sectores para realizar el diseño de dicha obra. Diseñando la red por la carretera existente y varios caminos, terminando en la planta de tratamiento de aguas residuales para después de ser tratada descargar dicha agua en el río Bolo.

El área de aporte se definió por los sectores más poblados de la comunidad cuya topografía permita llegar desde la acometida domiciliaria al colector principal que pasa por la carretera.



Figura 3.1 Trazado de red de alcantarillado

3.1.2 Diseño hidráulico

3.1.2.1 Flujo en tuberías a sección llena

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

$$Q = A * V$$

Dónde:

Q: Caudal de la tubería a sección llena (m³/s)

A: Área de la sección (m²)

V: Velocidad (m/s)

La velocidad estará definida por la ecuación de Manning utilizada en nuestro medio siendo está la 2.10.

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

Dónde:

V: Velocidad media en la sección (m/s)

R: Radio hidráulico: Diámetro/4

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

S: Pendiente del tramo de tubería (m/m)

(López Cualla, 2004).

3.1.2.2 Flujo en tuberías a sección parcialmente llena

La red estará diseñada a sección parcialmente llena garantizando que no colapse la red y aeración de gases, con una superficie de agua libre y en contacto con el aire, por lo tanto se determina el caudal, velocidad, tirante y radio hidráulico. Se utilizaran las propiedades hidráulicas de la sección circular relacionando las características del flujo a sección llena y parcialmente llena. (Franco, 2002).

Dentro de las condiciones y parámetros de ETAPA EP. Se diseñara con un 80% de la capacidad en la sección del tramo, manteniendo siempre las condiciones de flujo a gravedad en los colectores.

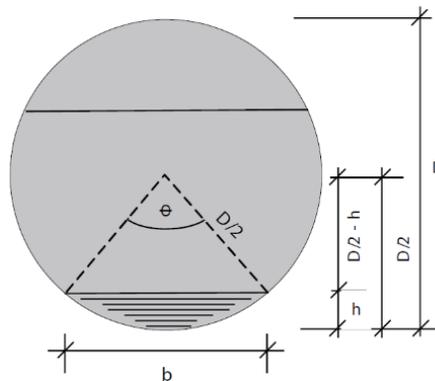


Figura 3.2. Relaciones hidráulicas de las secciones parcialmente llenas.

Fuente: ETAPA EP.

Por lo tanto:

$$\frac{d}{D} = 0.80$$

Angulo central:

$$\theta = 2 * \arccos\left(1 - \frac{2*h}{D}\right) \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Radio Hidráulico:

$$Rh = \frac{D}{4} * \left(1 - \frac{360*sen\theta}{2*\pi*\theta}\right) \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

Velocidad:

$$V = \frac{0.397*D^{2/3}}{n} * \left(1 - \frac{360*sen\theta}{2*\pi*\theta}\right) * S^{1/2} \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

Caudal:

$$q = \frac{D^{8/3}}{7257,15*n(2*\pi*\theta)^{2/3}} * (2 * \pi * \theta - 360 * sen\theta) * S^{1/2} \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

Las relaciones fundamentales quedaran definidas como:

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360*sen\theta}{2*\pi*\theta}\right)^{2/3} \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta}{360} - \frac{sen\theta}{2*\pi*\theta}\right) * \left(1 - \frac{360*sen\theta}{2*\pi*\theta}\right)^{2/3} \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

Dónde:

D: Diámetro (m)

h: Tirante de aguas (m)

3.1.3 Cálculos hidráulicos del alcantarillado sanitario

Para realizar los cálculos se basó en los siguientes datos de la comunidad:

Tabla 3.1. Principales datos para el diseño de la red de alcantarillado sanitario.

Área del proyecto	51.13 Ha
Dotación	75 l/hab/día
Población Futura	456 hab.
Densidad Poblacional	9 hab/Ha
Tiempo de proyección en años	20
Coefficiente de Rugosidad n PVC	0.010

Con fundamentos en los datos principales y en la información topográfica se diseñó el nuevo sistema de alcantarillado para la comunidad “La Esmeralda”, ayudándose en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para obtener la red con sus respectivos diámetros, excavaciones y pendientes.

También se utilizara alcantarillado condominal en zonas de tramos cortos y lugares donde se ha difícil el acceso con maquinaria y el trazado sea por zonas verdes teniendo una ubicación de la tubería menos profunda, con un diámetro mínimo de 110 mm y una pendiente mínima del 0.5%; el diámetro de los pozos de revisión serán de 0.60m. (Lampoglia, 2005).

En la siguiente tabla se muestran las cotas y excavaciones de los diferentes pozos denominándose los de la red principal por una “P” seguido del número de pozo, los correspondientes a tramos condominales por “PC” seguido del número de pozo.

Tabla 3.2. Pozos cotas de tapas y excavación a clave de colector.

TRAMO	COTA TERRENO INICIAL	COTA TERRENO FINAL	LONGIT.	PENDIEN DEL TERRENO	PROFUNDIDAD INICIAL CLAVE	PENDIENTE ALCANTARILLADO	PROFUNDIDAD FINAL CLAVE
	m	m	m		M		m
PC35-PC36	2745.48	2740.30	55.00	0.09	1.20	0.110	2.07
PC36-P18	2740.30	2736.04	33.26	0.128	2.07	0.130	2.13
PC1-PC2	2741.31	2736.53	51.43	0.09	1.20	0.090	1.05
PC2-PC3	2736.53	2733.13	34.94	0.10	1.05	0.110	1.49
PC3-PC4	2733.13	2722.46	56.00	0.19	1.49	0.180	0.90
PC4-PC5	2722.46	2721.48	35.91	0.03	0.90	0.020	0.64
PC5-PC6	2721.48	2721.32	63.77	0.00	0.64	0.006	0.86
PC6-PC7	2721.32	2719.64	15.05	0.11	0.86	0.100	0.69
PC7-PC8	2719.64	2719.57	18.00	0.00	0.69	0.005	0.71
PC8-PC9	2719.57	2719.78	33.65	-0.01	0.71	0.005	1.09
PC9-PC10	2719.78	2719.62	46.63	0.00	1.09	0.005	1.16
PC10-PC11	2719.62	2719.36	43.96	0.01	1.16	0.005	1.12
PC11-PC12	2719.36	2719.59	69.15	0.00	1.12	0.005	1.69

PC12-PC13	2719.59	2719.83	38.76	-0.01	1.69	0.005	2.13
PC13-PC14	2719.83	2719.65	37.94	0.00	2.13	0.005	2.14
PC14-PC15	2719.65	2719.61	17.48	0.00	2.14	0.005	2.19
PC15-PC16	2719.61	2719.46	8.21	0.02	2.19	0.005	2.08
PC16-PC17	2719.46	2718.82	30.95	0.02	2.08	0.005	1.59
PC17-PC18	2718.82	2718.74	37.72	0.00	1.59	0.005	1.70
PC18-PC19	2718.74	2718.56	26.66	0.01	1.70	0.005	1.65
PC19-PC20	2718.56	2718.42	26.61	0.01	1.65	0.005	1.65
PC20-PC21	2718.42	2718.29	95.70	0.00	1.65	0.005	2.00
PC21-PC22	2718.29	2718.21	33.42	0.00	2.00	0.005	2.08
PC22-PC23	2718.21	2717.85	96.02	0.00	2.08	0.005	2.20
PC23-PC24	2717.85	2717.42	65.18	0.01	2.20	0.005	2.10
PC24-PC25	2717.42	2717.28	42.48	0.00	2.10	0.005	2.17
PC25-PC26	2717.28	2716.85	91.36	0.00	2.17	0.005	2.20
PC26-PC27	2716.85	2716.58	37.80	0.01	2.20	0.005	2.12
PC27-PC28	2716.58	2716.49	66.04	0.00	2.12	0.005	2.36
PC28-PC29	2716.49	2716.42	48.54	0.00	2.36	0.005	2.53

PC29-PC30	2716.42	2716.23	73.69	0.00	2.53	0.005	2.71
PC30-PC31	2716.23	2715.64	20.74	0.03	2.71	0.005	2.22
PC31-PC32	2715.64	2715.51	41.92	0.00	2.22	0.020	2.93
PC32-PC33	2715.51	2714.46	36.06	0.03	2.93	0.030	2.96
PC33-PC34	2714.46	2713.63	17.31	0.05	2.96	0.010	2.30
PC34-P28	2713.63	2712.96	27.69	0.02	2.30	0.020	2.19
P60-P54	2622.61	2620.56	83.64	0.02	2.60	0.035	3.48
P59-P54	2620.54	2620.56	91.66	0.00	2.60	0.010	3.54
P1-P2	2760.33	2759.72	21.64	0.03	2.50	0.020	2.32
P2-P3	2759.72	2757.74	30.51	0.06	2.32	0.040	1.56
P3-P4	2757.74	2755.97	35.94	0.05	1.56	0.050	1.59
P4-P5	2755.97	2754.36	79.79	0.02	1.59	0.020	1.58
P5-P6	2754.36	2751.92	50.44	0.05	1.58	0.050	1.66
P6-P7	2751.92	2750.98	14.07	0.07	1.66	0.060	1.56
P7-P8	2750.98	2749.48	48.74	0.03	1.56	0.030	1.52
P8-P9	2749.48	2749.63	62.78	0.00	1.52	0.010	2.09
P9-P10	2749.63	2750.64	37.27	-0.03	2.09	0.010	3.47
P10-P11	2750.64	2751.41	20.69	-0.04	3.47	0.010	4.45

P11-P12	2751.41	2749.56	61.33	0.03	4.45	0.010	3.21
P12-P13	2749.56	2749.51	64.55	0.00	3.21	0.010	3.81
P13-P14	2749.51	2748.65	43.80	0.02	3.81	0.010	3.39
P14-P15	2748.65	2747.68	76.43	0.01	3.39	0.015	3.56
P15-P16	2747.68	2741.29	93.12	0.07	3.56	0.050	1.83
P16-P17	2741.29	2737.47	84.74	0.05	1.83	0.040	1.40
P17-P18	2737.47	2736.04	40.61	0.04	1.40	0.040	1.59
P18-P19	2736.04	2734.66	47.11	0.03	1.59	0.025	1.39
P19-P20	2734.66	2733.18	69.65	0.02	1.39	0.020	1.30
P20-P21	2733.18	2732.37	19.87	0.04	1.30	0.040	1.29
P21-P22	2732.37	2726.44	92.03	0.06	1.29	0.070	1.80
P22-P23	2726.44	2723.25	60.31	0.05	1.80	0.050	1.63
P23-P24	2723.25	2723.01	27.07	0.01	1.63	0.010	1.66
P24-P25	2723.01	2721.31	40.16	0.04	1.66	0.040	1.56
P25-P26	2721.31	2719.44	19.39	0.10	1.56	0.100	1.63
P26-P27	2719.44	2715.65	76.59	0.05	1.63	0.050	1.67
P27-P28	2715.65	2712.96	36.88	0.07	1.67	0.070	1.56

P28-P29	2712.96	2710.64	16.54	0.14	1.56	0.140	1.56
P29-P30	2710.64	2706.84	39.91	0.10	1.56	0.100	1.75
P30-P31	2706.84	2705.12	17.35	0.10	1.75	0.100	1.76
P31-P32	2705.12	2701.49	32.83	0.11	1.76	0.110	1.75
P32-P33	2701.49	2698.51	29.60	0.10	1.75	0.100	1.73
P33-P34	2698.51	2696.64	22.44	0.08	1.73	0.100	2.10
P34-P35	2696.64	2694.15	20.69	0.12	2.10	0.130	2.30
P35-P36	2694.15	2690.12	18.00	0.22	2.30	0.220	2.23
P36-P37	2690.12	2687.81	32.03	0.07	2.23	0.080	2.48
P37-P38	2687.81	2682.64	43.33	0.12	2.48	0.120	2.51
P38-P39	2682.64	2679.15	41.86	0.08	2.51	0.080	2.37
P39-P40	2679.15	2677.46	20.83	0.08	2.37	0.080	2.35
P40-P41	2677.46	2674.71	32.38	0.08	2.35	0.080	2.19
P41-P42	2674.71	2673.59	11.72	0.10	2.19	0.100	2.24
P42-P43	2673.59	2669.18	23.87	0.18	2.24	0.190	2.36
P43-P44	2669.18	2667.81	10.75	0.13	2.36	0.120	2.28
P44-P45	2667.81	2667.64	12.88	0.01	2.28	0.013	2.28

P45-P46	2667.64	2665.21	19.29	0.13	2.28	0.130	2.36
P46-P47	2665.21	2663.12	16.41	0.13	2.36	0.100	1.91
P47-P48	2663.12	2650.97	87.91	0.14	1.91	0.145	2.51
P48-P49	2650.97	2640.69	81.34	0.13	2.51	0.130	2.80
P49-P50	2640.69	2638.61	23.80	0.09	2.80	0.070	2.39
P50-P51	2638.61	2636.16	21.55	0.11	2.39	0.110	2.31
P51-P52	2636.16	2633.46	14.24	0.19	2.31	0.180	2.17
P52-P53	2633.46	2630.94	25.88	0.10	2.17	0.100	2.24
P53-P54	2630.94	2620.56	94.98	0.11	2.24	0.130	4.21
P54-P55	2620.56	2619.48	39.84	0.03	4.21	0.010	3.53
P55-P56	2619.48	2613.92	84.07	0.07	3.53	0.070	3.85
P56-P57	2613.92	2609.13	23.21	0.21	3.85	0.200	3.70
P57-P58	2609.13	2600.48	50.44	0.17	3.70	0.115	0.85

Tabla 3.3 Diseño de la red de alcantarillado para la comunidad “La Esmeralda”.

TRAMO	Área Aporte	AREA ACUM.	Población	Q Sanitario	Q Ilícito	L acumulada	Q Infiltr	Q Dis	Q Dise	D mm	V	Q	v/V	y/D
	Ha	Ha	hab	l/s	l/s	m		l/s	l/s	m/s	m/s	l/s		m/s
PC1-PC2	2.19	2.19	20	0.07	0.02	51.43	0.05	0.14	2.20	110	2.73	25.98	0.51	0.22
PC2-PC3	0.46	2.65	24	0.08	0.02	86.37	0.09	0.19	2.20	110	3.02	28.73	0.49	0.20
PC3-PC4	0.52	3.17	29	0.10	0.03	142.37	0.14	0.27	2.20	110	3.87	36.75	0.45	0.17
PC4-PC5	0.15	3.32	30	0.10	0.03	178.28	0.18	0.31	2.20	110	1.29	12.25	0.63	0.32
PC5-PC6	0.13	3.45	32	0.11	0.03	242.05	0.24	0.38	2.20	110	0.71	6.71	0.75	0.44
PC6-PC7	1.15	4.60	42	0.14	0.04	257.10	0.26	0.44	2.20	110	2.88	27.39	0.51	0.22
PC7-PC8	0.30	4.90	45	0.15	0.04	275.10	0.28	0.47	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC8-PC9	0.64	5.54	50	0.17	0.05	308.75	0.31	0.52	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC9-PC10	0.39	5.93	54	0.18	0.05	355.38	0.36	0.59	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC10-PC11	0.35	6.28	57	0.19	0.05	399.34	0.40	0.65	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC11-PC12	0.51	6.79	62	0.21	0.06	468.49	0.47	0.74	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC12-PC13	0.37	7.16	65	0.22	0.06	507.25	0.51	0.79	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC13-PC14	0.49	7.65	69	0.23	0.06	545.19	0.55	0.84	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC14-PC15	0.22	7.87	71	0.24	0.07	562.67	0.56	0.87	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28

PC15-PC16	0.06	7.93	72	0.24	0.07	570.88	0.57	0.88	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC16-PC17	0.38	8.31	75	0.25	0.07	601.83	0.60	0.92	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC17-PC18	0.19	8.50	77	0.26	0.07	639.55	0.64	0.97	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC18-PC19	0.20	8.70	79	0.27	0.07	666.21	0.67	1.00	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC19-PC20	0.21	8.91	81	0.27	0.08	692.82	0.69	1.04	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC20-PC21	0.74	9.65	87	0.29	0.08	788.52	0.79	1.16	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC21-PC22	0.49	10.14	92	0.31	0.09	821.94	0.82	1.22	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC22-PC23	0.80	10.94	99	0.33	0.09	917.96	0.92	1.34	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC23-PC24	1.00	11.94	108	0.36	0.10	983.14	0.98	1.44	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC24-PC25	0.45	12.39	112	0.37	0.10	1025.62	1.03	1.50	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC25-PC26	0.51	12.90	117	0.39	0.11	1116.98	1.12	1.61	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC26-PC27	0.17	13.07	118	0.39	0.11	1154.78	1.15	1.66	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC27-PC28	0.41	13.48	122	0.41	0.11	1220.82	1.22	1.74	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC28-PC29	0.13	13.61	123	0.41	0.11	1269.36	1.27	1.79	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC29-PC30	0.23	13.84	125	0.41	0.12	1343.05	1.34	1.87	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC30-PC31	0.17	14.01	127	0.42	0.12	1363.79	1.36	1.90	2.20	160	0.83	16.63	0.58	0.28
PC31-PC32	0.19	14.20	128	0.42	0.12	1405.71	1.41	1.95	2.20	160	1.65	33.27	0.47	0.19

PC32-PC33	0.06	14.26	129	0.43	0.12	1441.77	1.44	1.99	2.20	160	2.03	40.75	0.45	0.17
PC33-PC34	0.03	14.29	129	0.43	0.12	1459.08	1.46	2.01	2.20	160	1.17	23.53	0.52	0.23
PC34-P28	0.02	14.31	129	0.43	0.12	1486.77	1.49	2.03	2.20	160	1.65	33.27	0.47	0.19
PC1-PC2	2.19	2.19	20	0.07	0.02	51.43	0.05	0.14	2.20	110	2.73	25.98	0.51	0.22
PC2-PC3	0.46	2.65	24	0.08	0.02	86.37	0.09	0.19	2.20	110	3.02	28.73	0.49	0.20
PC3-PC4	0.52	3.17	29	0.10	0.03	142.37	0.14	0.27	2.20	110	3.87	36.75	0.45	0.17
P60-P54	0.38	0.38	4	0.01	0.00	83.64	0.08	2.20	200	2.54	79.80	0.03	0.11	0.87
P59-P54	0.43	0.43	4	0.01	0.00	91.66	0.09	2.20	200	1.36	42.65	0.05	0.17	0.60
P1-P2	3.62	3.62	33	0.11	0.03	21.64	0.02	0.17	2.20	200	1.92	60.32	0.39	0.13
P2-P3	0.10	3.72	34	0.12	0.03	52.15	0.05	0.20	2.20	200	2.72	85.31	0.34	0.11
P3-P4	0.14	3.86	35	0.12	0.03	88.09	0.09	0.24	2.20	200	3.04	95.38	0.34	0.11
P4-P5	0.27	4.13	38	0.13	0.04	167.88	0.17	0.33	2.20	200	1.92	60.32	0.39	0.13
P5-P6	0.15	4.28	39	0.13	0.04	218.32	0.22	0.39	2.20	200	3.04	95.38	0.34	0.11
P6-P7	0.05	4.33	39	0.13	0.04	232.39	0.23	0.40	2.20	200	3.33	104.48	0.34	0.11
P7-P8	0.23	4.56	42	0.14	0.04	281.13	0.28	0.46	2.20	200	2.35	73.88	0.34	0.11
P8-P9	0.17	4.73	43	0.15	0.04	343.91	0.34	0.53	2.20	200	1.36	42.65	0.45	0.17

P9-P10	0.13	4.86	44	0.15	0.04	381.18	0.38	0.57	2.20	200	1.36	42.65	0.45	0.17
P10-P11	0.13	4.99	45	0.15	0.04	401.87	0.40	0.60	2.20	200	1.36	42.65	0.45	0.17
P11-P12	0.25	5.24	48	0.16	0.04	463.20	0.46	0.67	2.20	200	1.36	42.65	0.45	0.17
P12-P13	0.35	5.59	51	0.17	0.05	527.75	0.53	0.75	2.20	200	1.36	42.65	0.45	0.17
P13-P14	0.45	6.04	55	0.19	0.05	571.55	0.57	0.81	2.20	200	1.36	42.65	0.45	0.17
P14-P15	0.56	6.60	60	0.20	0.06	647.98	0.65	0.91	2.20	200	1.66	52.24	0.42	0.15
P15-P16	0.92	7.52	68	0.23	0.06	741.10	0.74	1.03	2.20	200	3.04	95.38	0.34	0.11
P16-P17	0.92	8.44	76	0.26	0.07	825.84	0.83	1.15	2.20	200	2.72	85.31	0.34	0.11
P17-P18	0.87	11.56	105	0.35	0.10	866.45	0.87	1.31	2.20	200	2.72	85.31	0.34	0.11
P18-PP19	0.25	11.81	107	0.36	0.10	913.56	0.91	1.37	2.20	200	2.15	67.44	0.39	0.13
P19-P20	0.97	12.78	116	0.39	0.11	983.21	0.98	1.48	2.20	200	1.92	60.32	0.39	0.13
P20-P21	0.09	12.87	116	0.39	0.11	1003.08	1.00	1.50	2.20	200	2.72	85.31	0.34	0.11
P21-P22	0.33	13.20	119	0.40	0.11	1095.11	1.10	1.60	2.20	200	3.59	112.85	0.29	0.08
P22-P23	0.77	13.97	126	0.42	0.12	1155.42	1.16	1.69	2.20	200	3.04	95.38	0.34	0.11
P23-P24	0.42	14.39	130	0.43	0.12	1182.49	1.18	1.73	2.20	200	1.36	42.65	0.45	0.17
P24-P25	0.77	15.16	137	0.45	0.13	1222.65	1.22	1.80	2.20	200	2.72	85.31	0.34	0.11
P25-P26	0.37	15.53	140	0.46	0.13	1242.04	1.24	1.83	2.20	200	4.29	134.88	0.29	0.08

P26-P27	1.93	17.46	158	0.52	0.15	1318.63	1.32	1.99	2.20	200	3.04	95.38	0.34	0.11
P27-P28	0.39	32.16	290	0.93	0.27	1355.51	1.36	2.56	2.56	200	3.59	112.85	0.34	0.11
P28-P29	0.39	32.55	293	0.94	0.27	1372.05	1.37	2.58	2.58	200	5.08	159.60	0.29	0.08
P29-P30	0.22	32.77	295	0.95	0.27	1411.96	1.41	2.63	2.63	200	4.29	134.88	0.29	0.08
P30-P31	0.46	33.23	300	0.96	0.28	1429.31	1.43	2.67	2.67	200	4.29	134.88	0.29	0.08
P31-P32	0.57	33.80	305	0.98	0.28	1462.14	1.46	2.72	2.72	200	4.50	141.47	0.29	0.08
P32-P33	0.27	34.07	307	0.98	0.28	1491.74	1.49	2.76	2.76	200	4.29	134.88	0.34	0.11
P33-P34	0.21	34.28	309	0.99	0.29	1514.18	1.51	2.79	2.79	200	4.29	134.88	0.34	0.11
P34-P35	0.45	34.73	313	1.00	0.29	1534.87	1.53	2.83	2.83	200	4.90	153.79	0.29	0.08
P35-P36	0.15	34.88	314	1.01	0.29	1552.87	1.55	2.85	2.85	200	6.37	200.07	0.29	0.08
P36-P37	0.25	35.13	317	1.01	0.29	1584.90	1.58	2.89	2.89	200	3.84	120.64	0.34	0.11
P37-P38	0.51	35.64	321	1.03	0.30	1628.23	1.63	2.95	2.95	200	4.70	147.76	0.29	0.08
P38-P39	0.17	35.81	323	1.03	0.30	1670.09	1.67	3.00	3.00	200	3.84	120.64	0.34	0.11
P39-P40	0.23	36.04	325	1.04	0.30	1690.92	1.69	3.03	3.03	200	3.84	120.64	0.34	0.11
P40-P41	0.15	36.19	326	1.04	0.30	1723.30	1.72	3.07	3.07	200	3.84	120.64	0.34	0.11
P41-P42	0.07	36.26	327	1.05	0.30	1735.02	1.74	3.08	3.08	200	4.29	134.88	0.34	0.11
P42-P43	0.08	36.34	328	1.05	0.30	1758.89	1.76	3.11	3.11	200	5.92	185.92	0.29	0.08

P43-P44	0.07	36.41	328	1.05	0.30	1769.64	1.77	3.12	3.12	200	4.70	147.76	0.34	0.11
P44-P45	0.06	36.47	329	1.05	0.30	1782.52	1.78	3.14	3.14	200	1.55	48.63	0.47	0.19
P45-P46	0.08	36.55	329	1.05	0.30	1801.81	1.80	3.16	3.16	200	4.90	153.79	0.34	0.11
P46-P47	0.10	36.65	330	1.05	0.31	1818.22	1.82	3.18	3.18	200	4.29	134.88	0.34	0.11
P47-P48	0.63	37.28	336	1.07	0.31	1906.13	1.91	3.29	3.29	200	5.17	162.42	0.34	0.11
P48-P49	0.61	37.89	342	1.09	0.32	1987.47	1.99	3.40	3.40	200	4.90	153.79	0.34	0.11
P49-P50	0.19	38.08	343	1.09	0.32	2011.27	2.01	3.42	3.42	200	3.59	112.85	0.39	0.13
P50-P51	0.19	38.27	345	1.10	0.32	2032.82	2.03	3.45	3.45	200	4.50	141.47	0.34	0.11
P51-P52	0.09	38.36	346	1.10	0.32	2047.06	2.05	3.47	3.47	200	5.76	180.97	0.29	0.08
P52-P53	0.12	38.48	347	1.11	0.32	2072.94	2.07	3.50	3.50	200	4.29	134.88	0.34	0.11
P53-P54	0.44	38.92	351	1.12	0.33	2167.92	2.17	3.61	3.61	200	4.90	153.79	0.34	0.11
P54-P55	0.44	39.36	355	1.13	0.33	2207.76	2.21	4.04	4.04	200	1.36	42.65	0.52	0.23
P55-P56	0.17	39.53	356	1.13	0.33	2291.83	2.29	4.13	4.13	200	3.59	112.85	0.39	0.13
P56-P57	0.09	39.62	357	1.14	0.33	2315.04	2.32	4.15	4.15	200	6.07	190.75	0.34	0.11
P57-P58	0.22	39.84	359	1.14	0.33	2365.48	2.37	4.21	4.21	200	4.60	144.65	0.34	0.11

Tabla completa de cálculo de diseño de la red de alcantarillado ver en ANEXO 8.

Los detalles constructivos se encuentran en el ANEXO 4.

3.2 Manual de Operación y Mantenimiento

3.2.1 Objetivo

El objetivo del manual es establecer procedimientos básicos de operación y mantenimiento de la red de alcantarillado de la comunidad “La Esmeralda”, cuya ejecución contribuya al mejoramiento de la eficiencia, eficacia y sostenibilidad del servicio de recolección y transporte de aguas residuales. Previniendo de esta manera, los riesgos de la salud pública e inconvenientes derivados de la interrupción del servicio.

3.2.2 Alcance

Este manual está dirigido a responsables de las actividades de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado en la comunidad “La Esmeralda”.

3.2.3 Requerimientos básicos

3.2.3.1 Registro de las redes de alcantarillado

Los responsables de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberán disponer de planos actualizados de las redes, donde se pueda ver la ubicación de las tuberías y cámaras de inspección, tanto en planta como en perfil, además, deberán tener datos relacionados al material, diámetros, clase, fecha de instalación y cualquier otro detalle del sistema.

Esta información deberá ser actualizada toda vez que se realicen trabajos de reparación o se conecten nuevos servicios al sistema.

3.2.3.2 Personal

La cantidad de personas que se dedicarán a los trabajos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado debe ser adecuada a la extensión del sistema y al tipo de trabajo que se realizará, es difícil dar cifras adecuadas sobre la necesidad de personal, en el caso de la comunidad “La Esmeralda” es recomendable que se delegue a la cuadrilla de operación y mantenimiento para realizar cualquier tipo de intervención y/o reparación.

Se deberá seleccionar personal físicamente capacitado. Los exámenes físicos rutinarios son necesarios. Las lesiones físicas están ligadas con los peligros inherentes al trabajo que se desarrollan en las calles y en las zanjas.

El personal seleccionado deberá ser entrenado en la rutina diaria, haciéndole conocer todas las medidas de seguridad que deberá adoptar, para protegerse y evitar accidentes que dañen su integridad física o afecten a su salud. Durante la operación se deberá tomar estrictas medidas para proteger a los trabajadores frente a posibles accidentes, enfermedades, asfixias, envenenamiento, explosiones, descargas eléctricas, etc.

3.2.4 Operación del sistema

La Municipalidad u organización operadora deberá ser responsable de la operación y mantenimiento de todos los componentes del sistema de alcantarillado para asegurar un alto grado de confiabilidad. Las labores de operación del sistema comienzan paralelamente a la aceptación final de las estructuras terminadas, verificando que la construcción realizada coincida con lo planeado en el proyecto y que se hayan realizado buenas prácticas de construcción.

El responsable de la operación del sistema (representante de la entidad administrativa), deberá realizar una inspección cuantitativa y cualitativa de las obras terminadas. La inspección cuantitativa consiste en comparar las dimensiones especificadas en el proyecto con las dimensiones reales obtenidas (dimensión longitudinal y transversal del alcantarillado, número y ubicación de las estructuras, etc.). La inspección cualitativa incluye la inspección de las pendientes, del enlucido, del aislamiento, etc., comparando los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes.

3.2.4.1 Puesta en marcha

Antes de poner en funcionamiento las redes de alcantarillado éstas deberán ser limpiadas, eliminando los desperdicios y los residuos de concreto y yeso. Las alcantarillas inaccesibles se inspeccionan utilizando linternas y espejos.

Se deberá inspeccionar los buzones y cámaras y dispositivos simplificados de inspección, para asegurar el libre paso de la totalidad de la sección.

3.2.4.2 Inspección

La finalidad de la inspección de las redes de alcantarillado es el de tener conocimiento del estado de conservación, a través del tiempo, de los diversos componentes que conforman las redes y en especial las tuberías de drenaje.

La inspección ayudará a conocer lo siguiente:

- La vejez o antigüedad de la tubería.
- El grado de corrosión interna o externa.
- La formación de depósitos en el fondo o infiltraciones o fugas anormales.
- La penetración de raíces en la tubería.
- La limitación en la capacidad de transporte de las aguas.

La inspección interna de los colectores será en forma visual empleando linternas, espejos y el equipo de seguridad personal. Lo más recomendable para la ejecución de esta tarea, es que el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua. Normalmente, tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana.

Como parte de las labores de inspección se debe verificar el estado de las tapas de los pozos de revisión y de las cajas de los registros domiciliarios. Las cuadrillas para la inspección deberán estar conformadas por lo menos por tres hombres. El responsable de la operación y mantenimiento deberá fijar una frecuencia de inspección que estará en función a las condiciones locales, disponibilidad de recursos, estado de conservación de colectores y toda la experiencia previa de inspección.

3.2.5 Mantenimiento de las redes de alcantarillado

3.2.5.1 Limpieza de los colectores

- a) Se deberá identificar, en función a la antigüedad de la tubería y la pendiente de la misma, los tramos de la red críticos, que merece mantenimiento más frecuente, y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciados.
- b) La frecuencia de mantenimiento para los tramos críticos será de seis meses y para los no críticos un año.
- c) Se deberá realizar la limpieza de los tramos iniciales de los colectores con abundante chorros de agua.
- d) Se deberá realizar la limpieza manual de las alcantarillas, para lo cual podrán emplearse barras o varillas de acero de 3/8" a 1/2" de diámetro y de 1,0 m. de longitud. También pueden emplearse cables de acero de 12 mm. de longitud variable. En ambos casos se pueden adaptar ciertos dispositivos como cortadores de raíces y cortadores expandibles con cuchillas adaptables al diámetro de la tubería.
- e) Se deberán abrir las tapas de los pozos aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en las alcantarillas.
- f) Cuando sea necesario, se deberá ocasionar el represamiento del flujo en un pozo inspección, taponándolo con algún material impermeable a mano, el arranque de la tubería. Al levantarse dicho "tapón", el agua represada ingresa violentamente a través de la tubería arrastrando los depósitos aguas abajo. Esta práctica da muy buenos resultados en tuberías de diámetro de 200 mm y 300 mm. Esperar 15 minutos por lo menos para ventilar la cámara.

3.2.5.2 Mantenimiento correctivo de cuerpo y fondo de pozo de revisión

- a. Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.

- b. Abrir las tapas de los pozos aguas arriba y aguas abajo del tramo afectado por lo menos 15 minutos antes de ingresar a realizar los trabajos.
- c. Taponado de llegadas de tuberías al pozo.
- d. Desvío de las aguas servidas (si fuese necesario, el agua residual deberá bombearse aguas abajo).
- e. Limpieza del fondo del pozo.

De acuerdo al estado del pozo, se efectuará una o varias de las siguientes actividades:

- f. Reconstrucción de la solera con mortero 1:2 y/o.
- g. Reconstrucción de media caña con mortero 1:2 y/o.
- h. Reconstrucción de cuerpo de pozo a través de las siguientes actividades:
 1. Mediante la demolición del cuerpo del pozo deteriorado.
 2. Encofrado del cuerpo del pozo.
 3. Reconstrucción del cuerpo del pozo con concreto ($f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$).
 4. Desencofrado.
 5. Después del fraguado, destapar el colector.
 6. Eliminación de restos de materiales y limpieza de la zona de trabajo.

3.2.5.3 Cambio y reposición de tapa de pozos

Los cambios y/o reposición de marcos y tapas para pozos generalmente se realizan por los siguientes motivos:

- Por deterioro debido al tiempo transcurrido.
- Por sustracción por terceras personas.
- Por el peso que debe soportar

En todos los casos deben ser cambiados todos los marcos para evitar riesgo que después pueden traer consecuencias que lamentar.

- Cambio de marco y tapa para pozo mediante: retiro del marco y/o tapa de deteriorados y/o instalación de brocales HS y/o colocación de tapa de concreto.

- Reposición de techo del pozo mediante: rotura del techo de pozo deteriorado y/o instalación de techo de pozos prefabricado y/o instalación del brocal.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

4.1 Aguas residuales

En la comunidad de “La Esmeralda” sus habitantes están dedicados a actividades agrícolas y ganaderas, sin existir gran número de comercio interno y ausencia de industrias por lo que las aguas residuales son netamente domésticas.

Para la caracterización del agua residual se tomaron dos muestras compuestas el día 20 de Abril de 2016, correspondientes a descargas directas al río Bolo, siendo la primera de la escuela de la comunidad (Tabla 4.1) y la segunda de una vivienda (Tabla 4.2).

Tabla 4.1 Resultados caracterización del agua residual. Muestra 1.

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZADA	UNIDAD	RESULTADO
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/04/20 2016/04/25	mg/l	400
DQO	PEE/LS/FQ/06	2016/04/20	mg/l	1265
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/04/22	mg/l	5.60
SOLIDOS SEDIMENTABLE S	SM 2540 F	2016/04/20	ml/l	20
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/04/20	mg/l	1516
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/04/20	mg/l	1443
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	2016/04/20 2016/04/22	NMP/100ml	3.3E+06

COLIFORMES TERMOTOLERAN	SM 9221 E	2016/04/21 2016/04/23	NMP/100ml	1.7E+06
----------------------------	-----------	--------------------------	-----------	---------

FUENTE: (Laboratorio de Saneamiento, ETAPA.)

Siendo esta muestra no representativa por los valores presentados elevados para carga doméstica, pudiendo haber tenido problemas en la recolección de la muestra compuesta por parte de los comuneros, al momento de la conformación en el horario de recreo causando dichos valores, convirtiéndose en una muestra puntual. ANEXO 3.

Tabla 4.2 Resultados caracterización del agua residual. Muestra 2.

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZADA	UNIDAD	RESULTADO
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/04/20 2016/04/25	mg/l	145
DQO	PEE/LS/FQ/06	2016/04/20	mg/l	466
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/04/22	mg/l	12.97
SOLIDOS SEDIMENTABLES	SM 2540 F	2016/04/20	ml/l	0.0
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/04/20	mg/l	103
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/04/20	mg/l	1087
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	2016/04/20 2016/04/22	NMP/100ml	1.1E+07
COLIFORMES TERMOTOLERAN	SM 9221 E	2016/04/21 2016/04/23	NMP/100ml	4.9E+06

FUENTE: (Laboratorio de Saneamiento, ETAPA.)

Siendo esta una muestra representativa, la cual será base para la elección del sistema y diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales. ANEXO 3.

4.2 Propuesta y selección del sistema

Propuesta de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

El área destinada para la construcción de la Planta de Tratamiento de aguas Residuales, es limitada en superficie por su topografía, por lo cual se necesitara de elementos que no ocupen mucho espacio, cumpliendo con la capacidad de remoción necesaria.

Se implantará una tecnología que sea económica, eficiente en remoción, de fácil operación, mantención y se adapte a la comunidad.

La elección de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales estará comprendida por un tratamiento primario mediante una Fosa Séptica de Doble Cámara y un filtro anaerobio de flujo ascensional como tratamiento secundario, cumpliendo con las limitaciones del espacio físico y su capacidad de remoción.

Diseño de los elementos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Tanque Séptico de doble cámara

Tabla 4.3. Condiciones de diseño del tanque séptico de doble cámara.

Condición	Unidad	Relación
Ancho interno mínimo	m.	$b > 0.80$
Profundidad útil mínima	m.	$h_u > 1.20$
Relación largo-ancho	m.	$2 < L/b < 4$
Ancho interno	m.	$b < 2h$
Primer Compartimiento	m.	$2/3 L$
Segundo Compartimiento	m.	$1/3 L$

Área total de orificio de paso	m^2	(5% a 10%) AT
--------------------------------	-------	---------------

Tabla 4.4. Datos de diseño del tanque séptico de doble cámara.

Dato de Diseño	Simbología	Unidad	Valor
Población	N	Habitante	456
Contribución de Aguas Residuales	C	l/hab*d	80
Periodo de Retención	T	D	0.5
Contribución de Lodos Frescos	Lf	l/hab*d	1
Altura libre	Hs	m.	0.30

Determinación del Volumen:

Al aplicar la ecuación 2.12

$$V = 1.3 * 490(80 * 0.5 + 100(1))$$

$$V = 82992 \text{ l}$$

$$V = 82.99 \text{ m}^3$$

$hu = 2.20 \text{ m} > 1.2 \text{ m}$ (Valor impuesto)

$$A = V/hu$$

$$A = 82.99/2.20$$

$$A = 37.72 \text{ m}^2$$

$$b = 4.2 \text{ m} < 2 hu$$

$$L = \frac{37.72}{4.20}$$

$$L = 9.00 \text{ m}$$

$$L = 9.00 \text{ m}; 2 < \frac{L}{b} < 4$$

$$L1 = 9.00 * \frac{2}{3}$$

$$L1 = 6.00 \text{ m}$$

$$L2 = 9.00 * \frac{1}{3}$$

$$L1 = 3.00 \text{ m}$$

Tabla 4.5. Volumen del tanque séptico de doble cámara.

Volumen m ³	Altura u m	Ancho m	Largo 1 m	Largo 2 m	Volumen Real m ³
82.99	2.2	4.2	6.00	3.00	83.16

La altura real del tanque será de 2.7 m considerando la altura útil y la altura libre.

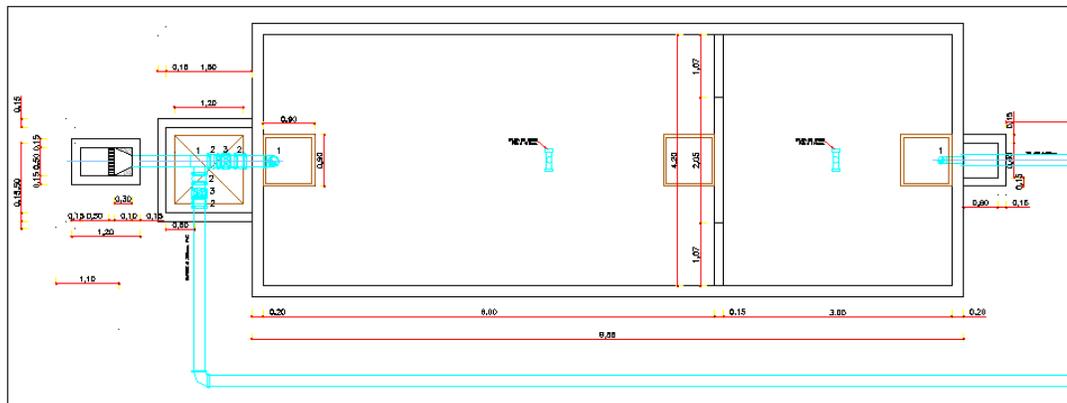


Figura 4.1. Diseño fosa séptica de doble cámara

Dimensionamiento del Orificio de Paso:

Al aplicar la ecuación 2.13 para obtener la altura a la que estará ubicado el orificio:

$$h_{Ori} = \frac{2}{3} * 2.2$$

$$h_{Ori} = 1.47 \text{ m}$$

Constructivamente se elegirá una altura de 1.60 m.

Al aplicar la ecuación 2.14:

$$A\text{TOri} = 0.1 * 9.24$$

$$A\text{TOri} = 0.92 \text{ m}^2$$

$$a = 0.45 \text{ m}$$

$$b = 2.06 \text{ m}$$

Dónde:

a: Altura del orificio

b: ancho del orificio.

Eficiencia de Remoción:

Respecto a la remoción de solidos suspendidos se escogerá un valor promedio de remoción de 60%. En cuanto a la remoción de DBO un valor del 40%.

Tabla 4.6. Resumen de remoción de tanque séptico de doble cámara.

Parámetro	Unidad	Valor Afluyente	Valor Efluyente
DBO	mg/l	145	87
Solidos Suspendidos Totales	mg/l	103	41.2

Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional

El material constructivo será ferrocemento.

Tabla 4.7. Datos de diseño del filtro anaerobio de flujo ascensional.

Condición de Diseño	Simbología	Unidad	Valor
Número de habitantes	N	Habitante	456
Carga Orgánica	Co	grDBO/d	30
Carga Orgánica Volumétrica	Lv	KgDBO/m ³ *dia	0.1

Dimensionamiento:

Aplicando la ecuación 2.15:

$$L = 456 * 0.03$$

$$L = 13.68 \text{ KgDBO}/d$$

Aplicando la ecuación 2.16:

$$Vu = \frac{13.68}{0.25}$$

$$Vu = 54.72 \text{ m}^3$$

Considerando el espacio entre granos del material filtrante:

$$Vur = \frac{Vu}{e}$$

Dónde:

Vur: Volumen útil real

Vu: Volumen útil

e: Porosidad

$$Vur = \frac{54.72}{0.363}$$

$$Vur = 150.74 \text{ m}^3$$

Altura impuesta del lecho filtrante:

$$h = 2.5m$$

$$A = \frac{Vu}{h}$$

$$A = \frac{150.74}{2.5}$$

$$A = 60.30 \text{ m}^2$$

Eficiencia de Remoción:

Respecto a la remoción de sólidos suspendidos y DBO se escogerá un valor promedio de remoción de 50%. En cuanto a la remoción de DQO y coliformes termo tolerantes un valor del 80%.

Tabla 4.9. Resumen de remoción de filtro anaerobio de flujo ascensional

Parámetro	Unidad	Valor Afluyente	Valor Efluente	Valor Permisible
DBO	mg/l	87	43.5	100
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	41.2	20.6	100
DQO	mg/l	466	93.2	250
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	4.9 E+0.6	9.8 E+0.5	

El espesor de la pared será de 5 cm, la flecha de la cúpula de 0.80 m y el diámetro de 13 m. Las diferentes especificaciones se detallan en el ANEXO 5.

4.3 Manual de operación y Mantenimiento**4.3.1 Introducción****4.3.1.1 Objetivo**

En el presente manual se pretende dar indicaciones con el fin de tener en buen estado el sistema con la ayuda de un trabajo permanente en la planta que permite un servicio constante evitando contaminación al medio ambiente, satisfaciendo a los usuarios evitando que estos tengan quejas y rehúsen de pagar las tarifas que servirán para operar y mantener efectivamente, seguramente y económicamente para el bien de la comunidad “La Esmeralda”.

4.3.1.2 Alcance

Este manual está dirigido a responsables de las actividades de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la comunidad “La Esmeralda”.

4.3.2 Descripción de los componentes

Las descargas del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad “La Esmeralda”, serán depuradas en la planta de tratamiento de aguas residuales (en adelante PTAR) previo a realizarse su descarga en el río Bolo.

En base a las características de las aguas del río Bolo; así como, la capacidad de disolución y auto depuración que existen en su cauce; el grado de tratamiento que se contempla en la PTAR es la depuración de la materia orgánica particulada y disuelta de las aguas residuales; así también, la reducción de la carga biológica, de manera de cumplir con el objetivo de descontaminar las aguas que lleguen a este río; y consecuentemente, cumplir con la Norma de Nacional de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes a un cuerpo receptor de agua dulce. Los valores límites para los parámetros de calidad del agua depurada, pertinentes a la PTAR, de acuerdo a la Norma, se indican a continuación:

- DBO5: ≤ 100 mg/l
- DQO: ≤ 250 mg/l
- Coliformes Fecales: remoción $\geq 99,9\%$
- Sólidos Suspendedos Totales ≤ 100 mg/L

El sistema constara de dos procesos, en el tratamiento primario mediante unas rejillas y un tanque séptico y en el tratamiento secundario o biológico se lo realizara mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente.



Figura 4.4. Terreno para la planta de tratamiento de aguas residuales.

El estudio de suelos se describe en el ANEXO 6.

El período de diseño de esta PTAR, es de 20 años; considerando el año inicial el 2016, el horizonte del proyecto alcanzará al 2036.

El caudal medio de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales contempla los aportes de: Las aguas residuales domésticas que aportan al sistema de alcantarillado; la infiltración al sistema de alcantarillado y el caudal de conexiones ilícitas, el cual es de 4.21 l/s, al final del período de diseño.

4.3.4 Personal

Se necesitara un solo operador para la planta, el cual debe **caracterizarse** con cada uno de los procesos de la planta. Realizar un registro de las actividades de operación y

mantenimiento, para evitar riesgos de contaminación debe contar con: Un par de botas plásticas, guantes de caucho, casco y mascarilla. Evitando tener contacto directo con la materia generada en las estructuras de tratamiento de aguas residuales.

El operador no podrá ingerir alimentos ni fumar cerca de la planta. Al finalizar la jornada se lavaran y desinfectaran los materiales empleados y el operador se dará un buen aseo personal.

El operador deberá realizar una revisión minuciosa del presente manual para comprender el funcionamiento y la importancia de cada componente de la planta.

4.3.5 Puesta en marcha

Previa a la puesta en marcha se recomienda hacer una prueba de filtraciones en el tanque séptico y en el filtro. Dicha prueba se realizara llenando las estructuras con agua por un tiempo de 24 horas, comprobando que el nivel de agua se mantenga constante y no se reduzca, en caso de existir fugas la parte constructora corregirá dichas fallas.

La puesta en marcha de las estructuras deben estar llenos de agua recomendando colocar lodos de alguna cámara séptica que ya se encuentre en funcionamiento, acelerando los microorganismos que descomponen el agua residual.

4.3.6 Operación y control de la planta

Se prohíbe a los comuneros conectar evacuaciones de aguas lluvias, arrojar con la descarga del inodoro: Pañales, papeles, bolsas plásticas u objetos que puedan deteriorar el sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales. En las conexiones domiciliaras al momento de conectarse con la red principal debe evitar tener residuos de cualquier tipo de material y asegurar una buen cierre en la conexión, evitando la infiltración.

La planta trabajara las 24 horas del día recibiendo las aguas residuales producidas en la comunidad de “La Esmeralda”. Teniendo horas picos en las primeras horas de la mañana, al medio día y en las primeras horas de la noche.

La siguiente tabla muestra las principales características de la planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad “La Esmeralda”.

Tabla 4.10 Principales Características del Sistema.

Proceso	Característica	Valor
Global	Caudal (l/s)	4.21
Tanque Séptico	Volumen Total (m ³)	83.16
	Volumen Útil (m ³)	82.99
	Tiempo de Retención Hidráulica (d)	0.5
Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	Volumen Total (m ³)	147
	Volumen Útil (m ³)	184

La siguiente tabla muestra los valores de llegada a la planta de tratamiento de aguas residuales y los valores de salida de la planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad “La Esmeralda”.

Tabla 4.11 Valores de Características de Agua Residual.

Parámetro	Unidad	Valor Afluente	Valor Efluente	Valor Permisible
DBO	mg/l	145	43.5	100
Solidos Suspendidos Totales	mg/l	103	20.6	100
DQO	mg/l	466	93.2	250
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	4.9 E+0.6	9.8 E+0.5	

La rejilla se inspeccionara diariamente y se removerá el material retenido con la ayuda de un rastrillo, y se dispondrá del mismo modo que los lodos del tanque séptico, demorándose en esta actividad aproximadamente 30 min.

El tanque séptico y el filtro deben ser supervisadas cada tres meses. Se deberá airar mediante las cámaras de inspección por lo menos treinta minutos y no se encenderá fósforos o cigarrillos.

Equipo Necesario:

- Herramienta menor: Carretilla, rastrillo, pala
- Bastón envuelto con una tela para inspección del nivel de lodos.
- Cernidor de malla plástica extracción de natas
- Equipo de protección. Casco, mascarilla, guantes, botas.
- Carro cisterna o bomba de succión.

Se medirá en el tanque séptico el espesor de la nata con un bastón; el de los lodos acumulados con un bastón envuelto con una tela blanca.

Se verificara las tapas de las cámaras de inspección que se encuentren en perfecto estado para evitar la infiltración de aguas lluvias.

4.37 Mantenimiento

La limpieza se realizara en horarios donde el ingreso de agua residual a la planta sea mínimo.

El tanque séptico se ha de limpiar cuando el fondo de la capa de nata se encuentre a unos ocho centímetros por encima de la parte más baja del deflector o prolongación del dispositivo de salida. (O.P.S., 2005). Se retirara la nata de ser necesario con la ayuda de un cernidor de malla plástica. Además cuando los lodos superen el 40% de la altura útil se retiran los lodos mediante un carro cisterna o una bomba de succión, dejando una pequeña cantidad de lodos para el proceso normal de la planta. Se enteraran los lodos y

las natas en una zanja de 60cm de profundidad por 40 cm de ancho y se taparan con tierra evitando el acceso a personas y animales.

En caso de presentar olores fuertes arrojar dentro de la cámara 30 litros de agua con 1.5 libras de cal.

El filtro anaerobio de flujo ascendente se revisara mensualmente verificando que no haya ninguna obstrucción en las conexiones de entrada, salida; o en el lecho filtrante. En caso de existir alguna obstrucción se introducirá agua por medio de una bomba en la conexión de entrada de modo que se limpien los lodos acumulados en el fondo del filtro y se dispondrá del mismo modo que los lodos extraídos del tanque séptico.

Tabla 4.12 Actividades de Mantenimiento.

Actividad	Frecuencia
Inspección de Tanque Séptico	Semestral
Inspección del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	Mensual
Limpieza de Tanque Séptico	Según nivel de lodos y natas.
Extracción de lodos del fondo y retro lavado del medio filtrante del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	Anual

CAPÍTULO 5

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

5.1 Análisis de Precios Unitarios

Se realizara el presupuesto del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de “La Esmeralda” de la parroquia San José de Raranga, cantón Sígsig. Sirviendo esté como costo referencial de la obra.

El presupuesto está compuesto por el costo total de los rubros siendo costos directos e indirectos. Realizando análisis de los precios unitarios, tomando como referencia la base de datos del GAD municipal del cantón Sígsig, sirviéndose del programa informático programa INTERPRO. Donde el valor de costos indirectos será del 25%.

Para la obtención de las cantidades de obras respecto a excavación corte y relleno se utilizó el software Civilcad. Utilizando zanjas de 65cm para el emplazamiento de la tubería; la profundidad mínima en la conducción es de 1.20m bajo la rasante del terreno.

Para el caso de los pozos de revisión se tomó en cuenta las dimensiones del pozo tipo que se encuentra en el plano de detalles, se calculó su área y se multiplicó por la altura de cada pozo, la cual es variable dependiendo del lugar en donde esté ubicado.

5.2 Presupuesto.

PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1		ALCANTARILLADO				341519.39
1.001	522039	Replanteo mayor a 1.0 km.	km	4.11581	496.25	2042.47
1.002	522040	NIVELACION DE 1000 A 5000 m	m	4115.81	2.11	8684.36
1.003	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	2789.61	2.94	8201.45

1.004	503016	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad,	m3	2437.64	3.13	7629.81
1.005	503002	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	1081.41	4.05	4379.71
1.006	503014	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad,	m3	677.74	4.8	3253.15
1.007	503017	Excavación mecánica en roca de 2 a 4 m, de profundidad	m3	24.37	24.96	608.28
1.008	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	1174.78	11.34	13322.01
1.009	502003	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	554.52	19.09	10585.79
1.01	523003	Entibado Continuo	m2	865.404	11.48	9934.84
1.011	523002	Entibado Discontinuo	m2	2083.16	7.36	15332.06
1.012	514004	Relleno compactado	m3	8914.87	4.36	38868.83
1.013	514001	Tapado de zanjas con maquina	m3	1752.69	1.83	3207.42
1.014	540121	Tapado manual de zanjas	m3	432.33	4.33	1871.99
1.015	535200	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	3565.95	11.73	41828.59
1.016	534006	Pozo de revisión de h=0 a 2,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	25	326.33	8158.25
1.017	534001	Pozo de revisión de h=0 a 2,5 m, Tapa y Brocal tipo A	u	23	383.75	8826.25
1.018	534002	Pozo de revisión de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	1	437.46	437.46
1.019	534003	Pozo de revisión de h=0 a 3,5 m, Tapa y Brocal tipo A	u	3	496.71	1490.13
1.02	534004	Pozo de revisión de h=0 a 4,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	6	563.7	3382.2

1.021	529020	Pozo de revisión domiciliario TIL con tubo de 300 mm	u	34	50.48	1716.32
1.022	513003	Cargada de Material a maquina	m3	2808.18	1.2	3369.82
1.023	513001	Cargada de material a mano	m3	936.06	7.49	7011.09
1.024	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	3744.25	2.38	8911.32
1.025	535068	Sum, Tubería PVC DOBLE PARED PN=12.5 atm - 110 mm	m	345.36	15.61	5391.07
1.026	535883	Sum, Tubería PVC DOBLE PARED PN=12.5 atm - 200 mm	m	2540.78	37.94	96397.19
1.027	540013	Colocación Tubería PVC Alcant. D=110 mm	m	1520.03	0.63	957.62
1.028	509033	Colocación Tubería PVC Alcant. D=200 mm	m	2540.78	1.21	3074.34
1.029	540595	Sum, TUBERIA PVC U/E D=160 mm serie 5, Tipo B	m	1141.41	19.08	21778.1
1.03	540596	Colocación Tubería PVC alcant D=160 mm	m	1141.41	0.76	867.47
2		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				36991.3
2.001		PRELIMINARES				871.79
002.001.001	522041	REPLANTEO Y NIVELACION DE AREAS	m2	581.19	1.5	871.79
2.002		MOVIMIENTO DE TIERRAS				2380.6
002.002.001	503002	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	132.55	4.05	536.83
002.002.002	503014	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad,	m3	66.28	4.8	318.14
002.002.003	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	132.55	2.94	389.7
002.002.004	503016	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad,	m3	66.28	3.13	207.46

002.002.005	514004	Relleno compactado	m3	11.04	4.36	48.13
002.002.006	513001	Cargada de material a mano	m3	36.4	7.49	272.64
002.002.007	513003	Cargada de Material a maquina	m3	145.55	1.2	174.66
002.002.008	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	181.95	2.38	433.04
2.003		ESTRUCTURA				26410.05
002.003.001	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	34.2	133.58	4568.44
002.003.002	501003	Encofrado Recto	m2	94.14	12.24	1152.27
002.003.003	501002	Encofrado Curvo	m2	82.56	14.61	1206.2
002.003.004	501004	Encofrado Tapa Tanque circular	m2	60.27	20.06	1209.02
002.003.005	508001	Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	10.77	8.18	88.1
002.003.006	508002	Replanto de Piedra, e=20 cm	m2	10.21	9.16	93.52
002.003.007	504003	Mortero Cemento:Arena 1:2 con impermeabilizante	m3	9.19	179.71	1651.53
002.003.008	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	4585.04	2.09	9582.73
002.003.009	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	82.56	4.04	333.54
002.003.010	507004	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	3.84	8.71	33.45
002.003.011	540003	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R257	m2	90.1	7.54	679.35
002.003.012	540010	Sum,-Ins, Malla Hexagonal 5/8	m2	767.23	3.84	2946.16
002.003.013	540062	Sum,-Ins, Malla de cerram, 50/10 h=2,0	m2	82.56	20.1	1659.46
002.003.014	540366	Sum,-Ins, Malla cuadrada 25x25 h=47,5 cm	m2	132.1	8.75	1155.88
002.003.015	516002	Sum,-Ins, Alambre galvanizado #12 en ferrocemento	kg	10.61	4.75	50.4
2.004		AGREGADO PARA FILTRO Y DRENES				5038.92

002.004.001	540276	Sum, y colocación Grava (Filtro Anaerobio)	m3	150.67	26.05	3924.95
002.004.002	540104	Drenes tubería PVC D=110 mm	m	127.896	8.71	1113.97
2.005		TUBERIA Y ACCESORIOS				2289.94
002.005.001	509033	Colocación Tubería PVC Alcant. D=200 mm	m	90.7	1.21	109.75
002.005.002	540030	Sum,-Ins, Tee PVC U/E D=110 mm	u	4	65.1	260.4
002.005.003	540592	SUM. INST. TAPA DE HORMIGON ARMADO 60*60*7 cm	U	2	80.65	161.3
002.005.004	540591	SUM. INST. TAPA DE HORMIGON ARMADO 80*80*7 cm	U	4	80.65	322.6
002.005.005	540593	Sum,-Ins, Tapa metálica	U	2	102.2	204.4
002.005.006	535047	Sum, Codo PVC U/E R/C D=110 mm 90 grad,	u	14	30.55	427.7
002.005.007	509033	Colocación Tubería PVC Alcant. D=200 mm	m	9.84	1.21	11.91
002.005.008	540176	Sum,-Ins, Tubería PVC Desagüe D=110 mm	m	6	6.25	37.5
002.005.009	540594	Sum, Unión HG D=4"	u	7	5.79	40.53
002.005.010	509034	Sum,-Ins, Válvula HF D=110 mm	u	3	189.3	567.9
002.005.011	509035	Sum,-Ins, Neplo HG D=4" mm L=15 cm	u	3	24.7	74.1
002.005.012	509036	Sum, Adaptador AC/PVC D=110 mm	u	3	11.03	33.09
002.005.013	535178	Sum, Codo PVC U/E R/L D=110 mm 45 grad,	u	2	19.38	38.76
SUBTOTAL						378510.69
IVA					14.00%	52991.5
TOTAL						431502.19

Los detalles de los precios unitarios se detallan en el ANEXO 2.

5.3 Fórmula de reajuste de precios

El reajuste de precios unitarios en obras civiles es indispensable debido al tiempo que varía entre el diseño de la misma y la construcción interviniendo tiempos de factibilidad, financiamiento y contratación pudiendo surgir variación que afectan directamente al presupuesto. Por lo tanto se recomienda utilizar la formula estipulada en la Ley Orgánica de Contratación Pública en el capítulo VII al momento de realizar la contratación con sus respectivas variaciones.

Art. 126.- Sistema de reajuste.- Los contratos de ejecución de obras, adquisición de bienes o de prestación de servicios a que se refiere la Ley, cuya forma de pago corresponda al sistema de precios unitarios, se sujetarán al sistema de reajuste de precios previsto en este capítulo. En consecuencia, aquellos contratos, cuya forma de pago no corresponda al sistema de precios unitarios no se sujetarán al sistema de reajuste previsto en este capítulo.

REAJUSTE DE PRECIOS EN OBRAS

Art. 127.- Reajuste en el caso de ejecución de obras.- En el caso de producirse variaciones en los costos de los componentes de los precios unitarios estipulados en los contratos de ejecución de obras que celebren las entidades contratantes, los costos se reajustarán, para efectos de pago del anticipo y de las planillas de ejecución de obra, desde la fecha de variación, mediante la aplicación de fórmulas matemáticas que constarán obligatoriamente en el contrato, en base a la siguiente fórmula general:

$$Pr = Po \left(\frac{p1B1}{Bo} + \frac{p2c1}{co} + \frac{p3D1}{Do} + \frac{p4E1}{Eo} \dots \dots \frac{pnz1}{Zo} + \frac{pxX1}{Xo} \right) \quad (\text{Ecuación 5.1})$$

Dónde:

Pr = Valor reajustado del anticipo o de la planilla.

Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con las cantidades de obra ejecutada a los precios unitarios contractuales descontada la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado.

p1 = Coeficiente del componente mano de obra.

$p_2, p_3, p_4 \dots p_n$ = Coeficiente de los demás componentes principales.

p_x = Coeficiente de los otros componentes, considerados como "no principales", cuyo valor no excederá de 0,200.

Los coeficientes de la fórmula se expresarán y aplicarán al milésimo y la suma de aquellos debe ser igual a la unidad.

B_0 = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por ley o acuerdo ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social; esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas que constará en el contrato.

B_1 = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, expedidos por la ley o acuerdo ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social; esta cuadrilla tipo estará conformada sobre la base de los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigente a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

$C_0, D_0, E_0, \dots Z_0$ = Los precios o índices de precios de los componentes principales vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas, fecha que constará en el contrato.

$C_1, D_1, E_1, \dots Z_1$ = Los precios o los índices de precios de los componentes principales a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.

X_0 = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de éste, el índice de precios al consumidor treinta días antes de la fecha de cierre de la presentación de las ofertas, que constará en el contrato.

X1 = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a falta de éste, el índice de precios al consumidor a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.

Tabla 5.1 Descripción de los compones de la formula polinómica.

Descripción de la fórmula polinómica			
Término	Descripción	Costo Directo	Coficiente
B	Mano de obra	86642.91	0.29
C	Cemento Portland	5991.68	0.02
E	Equipo y maquinaria	45258.16	0.15
F	Accesorios PVC para alcantarillado	15006.36	0.05
H	Acero	9333.09	0.03
M	Madera aserrada, cepillada o escuadrada	15326.12	0.05
P	Materiales pétreos	22819.81	0.08
T	Tubería PVC alcantarillado	96097.84	0.32
X	Alcantarillado Sanitario	3651.32	0.01
	TOTALES	300127.29	1.00

5.4 Cronograma de Obra

El cronograma está diseñado para 123 días ordinarios o 85 días laborales. Se detalle en el ANEXO 7.

5.5 Especificaciones Técnicas

Se verificara que los rubros que componen el presupuesto, cumplan las especificaciones en la Normas INEN, otras especificaciones nacionales, con base a las especificaciones del GAD municipal del cantón Sígsig.

Excavación

Las excavaciones se la puede realizar a mano y a máquina (retro excavadora), las misma que serán según los perfiles que se encuentran en el diseño para la red de alcantarillado,

para la planta de tratamiento se lo realizará según los planos de emplazamiento de la misma, si por algún motivo se tendría que modificar pendientes, alineaciones las mismas deberán ser aprobadas según el criterio del Ing. Fiscalizador.

A continuación se presenta las a especificaciones tomar en cuenta:

- Este rubro será medido en metros cúbicos.
- En el caso del alcantarillado condominal el ancho de la zanja será de 0.65 m.
- En lo referente al ancho en el fondo de la zanja, la misma no deberá ser menor al diámetro exterior de la tubería más 50cm sin estibados, en el caso de que haya estibados el ancho no será menor que el diámetro exterior de la tubería más 80 cm.
- En el caso en que el suelo en el fondo de la zanja no tenga una buena resistencia, se realizara una excavación hasta encontrar un estrato de suelo de mejores condiciones, este nivel excavado será repuesto con materiales como piedra triturada, grava, etc., hasta el nivel de diseño, todo esto a criterio del Ing. Fiscalizador.

Medición y forma de pago

El pago de este rubro será en m³ con un solo decimal, ya sea excavación a máquina o a mano, no se considerará las excavaciones realizadas fuera del área del proyecto sin previa autorización del fiscalizador ni la limpieza de derrumbes, en lo referente al cálculo del volumen se lo realizará mediante franjas, no calculando por la altura excavada.

Relleno y compactación

En los rellenos se puede utilizar el material de sitio siempre y cuando este tenga las propiedades adecuadas según el criterio del Ing. Fiscalizador, caso contrario se deberá colocar como por ejemplo mejoramiento, u otro material que tenga las propiedades adecuadas.

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- Los rellenos deberán ser efectuados después de haber obtenido la aprobación del Ing. Fiscalizador, caso contrario él tiene la potestad de ordenar la extracción del material de la zanja.
- Si ocurre cualquier desplazamiento de las tuberías u otras obras civiles los cuales fuesen causados por mala práctica en los rellenos, será responsabilidad directa del Contratista.
- Se deberá efectuar la comprobación de pendientes y alineaciones de cada tramo, esto se dará por parte del Ing. Fiscalizador.
- Cuando exista estructuras fundidas en sitio, como es el caso de los pozos, estos no deberán ser rellenado hasta que el hormigón llegue a una resistencia la cual le permita soporta cargas.
- La primera capa del relleno, la cual está en contacto directo con la tuberías, no deberán contener piedras, o materiales duros hasta los primeros treinta cm sobre la superficie superior de la tubería; para la compactación en los primeros 60 cm sobre la estructura se lo realizará con un pisón de mano, luego de ese nivel se podrá emplear cualquier otra maquinaria de compactación.
- No se dejará caer directamente material de relleno sobre la tubería, ni tampoco se deberá dejar zanjas a medio rellenar por un largo periodo, cuando la tubería este ubicada en lugares con pendientes altas se deberá emplear un material que contenga piedras con tamaños que les permita evitar deslaves en el relleno, todo esto en la parte superficial del relleno.

Medición y pago

El relleno y compactación será medido en m³ con dos decimales, no se pagará rellenos de sobre excavaciones, su pago será de acuerdo a lo que estipula el contrato.

Desalojo de material

Es el transporte del material fruto de las excavaciones de la conducción y de la planta de tratamiento, hacia las escombreras más cercanas.

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- El material desalojado será llevado a la escombrera que el fiscalizador autorice.
- El valor del sobre acarreo será cobrado si el escombrera está a más de 5km del proyecto.
- Para el cobro del volumen de desalojo se deberá presentar los comprobantes emitidos por la escombrera.

Medición y forma de pago

Este rubro será medido en m³ y su pago se realizará según los planos de diseño, y el caso del sobre acarreo con las respectivas papeletas emitidas por la escombrera autorizada por la fiscalización.

Entibados

El objetivo de los entibados es evitar el desmoronamiento de las paredes de las excavaciones, con lo cual se evitará posibles accidente de los trabajadores, y estructuras colindantes; hay dos tipos de entibados los continuos y discontinuos.

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- Se deberá colocar entibados en terrenos aluviales los cuales no garanticen un trabajo seguro.
- Se utilizará protección apuntalada para sostener el suelo donde se identifique que existe un material cohesivo o arcilla compactada.
- Se recomienda que se coloque entibados en alturas mayores a los 2 m.
- Las dimensiones de las tablas y el espaciamiento entre las mismas dependerán de las condiciones del suelo y la profundidad de la excavación, pero todo queda a criterio del Ingeniero Fiscalizador.

Medición y forma de pago

Los entibados serán medidos en m² de colocación directa sobre el suelo, su pago será según el precio que se estipulen en el contrato.

Pozos de revisión

Estos pozos como su nombre lo dice servirán para revisar que el sistema de alcantarillado esté funcionando de manera correcta, también se lo suele utilizar para el cambio de dirección.

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- Se recomienda que como máximo cada 160 metros se construya un pozo de revisión.
- Los pozos deberán ser construidos de acuerdo con los planos de detalle del proyecto y en el lugar señalado por los planos.
- Se recomienda que los pozos sean construidos sobre una fundación adecuada, de acuerdo a las propiedades del terreno soportante.
- Si la sub rasante está conformada por un suelo de baja resistencia, se deberá reemplazar dicho suelo con material granular o en el peor de los casos con hormigón.
- En este proyecto los pozos serán construidos con un hormigón simple de $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$.
- La pared interior del pozo deberá tener un acabado liso.
- El acceso a los pozos se lo hará mediante peldaños construidos con varillas de 16mm de diámetro con longitudes de 20cm con 40cm de espaciamiento empotrados en la pared interna del pozo y pintados con pintura anticorrosiva.
- Los cercos y tapas pueden ser de hierro fundido u hormigón armado.
- Los cercos y tapas de HF cumplirán con la Norma ASTM-C48 tipo A.
- El costo de este rubro será en unidades, en las cuales incluye la tapa, brocal y los hierros para los peldaños.

Medición y forma de pago

Los pozos de revisión serán medidos por unidades, los mismo incluyen paredes, losa de fondo, tapa, cerco y estribos, su pago será con los precios estipulados en el contrato.

Hormigones

Es el resultado final de la mezcla de cemento portland, agregados finos o gruesos y agua, las proporciones van a variar según la resistencia que se necesite.

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- El hormigón de 180kg/cm² se utilizará en secciones sin armadura.
- El hormigón de 210kg/cm² se utilizará en estructuras con armaduras internas.
- El hormigón ciclópeo en este proyecto será de 60% HS y un 40% de piedras, se utilizará como contrapiso.
- Si es necesario un cambio en la dosificación del hormigón se deberá contar con la aprobación de la fiscalización.
- En lo referente a la granulometría deberán cumplir con la norma INEN 697 áridos para hormigón.
- El peso específico deberá cumplir con la norma INEN 856 áridos para hormigón.
- Se deberá realizar las pruebas de resistencia y consistencia para el hormigón en una muestra cilíndrica de 6" de diámetro por 112" de altura, según las especificaciones ASTM CI72, CI92, C31 y C39.
- Se deberá tomar un cilindro por cada camión de hormigón o por cada 6 m³ de hormigón, para realizar los ensayos a los 7 días y a los 28 días.
- El constructor deberá utilizar los métodos tradicionales para el correcto curado del hormigón para evitar la aparición de grietas.

Medición y forma de pago

Este rubro será medido en m³ con dos decimales, cuyos valores se determinarán en obra, se pagará de acorde con los precios estipulados en el contrato.

Suministro e instalación de tubería de PVC para alcantarillado

Como su nombre lo dice es el suministro de la tubería de PVC la cual esta abastecida de un empalme para lograr la hermeticidad y continuidad que se necesita en el sistema de alcantarillado, para que el mismo sea continuo.

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- Las pilas de tubería serán colocadas en una base horizontal, y bajo una cubierta para evitar el recalentamiento de las mismas por la acción del sol durante su almacenamiento, no se deberá colocar objetos pesados sobre la pila de tuberías.
- Para las uniones primero se tendrá que limpiar las superficies de contacto se deberá colocar el anillo de caucho dentro del maguito de plástico, luego se aplicará un lubricante orgánico(manteca), para al final enchufar la tubería en el acople hasta la marca que tiene la tubería.
- En lo referente a la instalación de la tubería, está no deberá tener una desviación mayor a 5 mm con relación a la alineación que indiquen los planos de diseño, la instalación se iniciará desde la parte inferior de los tramos, para trabajar aguas arriba.
- El precio de la tubería deberá incluir el costo de las uniones.
- La tubería empleada en este proyecto deberá cumplir con las siguientes normas: “INEN 2059 TERCERA REVISIÓN "TUBOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO. REQUISITOS”.

Medición y forma de pago

La tubería será medida en ml hasta con dos decimales de aproximación y en su pago incluye el costo de uniones y mano de obra, si la longitud varia con respecto a la del diseño la diferencia podrá ser cobrada siempre y cuando el Ingeniero Fiscalizador lo autorice, la tubería que se utilice para ensayos será por cuenta del contratista.

Instalaciones domiciliarias de alcantarillado.

Se denomina al elemento que sirve para evacuar las aguas pluviales o sanitarias desde un bien inmueble hacia el sistema de alcantarillado público instalado en calles, caminos o avenidas. La instalación domiciliaria comprende:

Un pozo de revisión de vereda, que puede ser del tipo Till, con un diámetro interior de 300 mm y una tapa de vereda de 400 mm, recomendadas en las de infraestructura vial. Las calzadas y veredas estarán a nivel de pavimento definitivo.

El pozo puede ser del tipo convencional, con un diámetro interior de 500 mm y una tapa de 600 mm de diámetro; con fondo plano y salida lateral. Este tipo es recomendable cuando la vereda no tiene condiciones definitivas; y, en casos especiales, en los que por la profundidad de la matriz y de la parte posterior del inmueble, la condiciones de desagüe sean profundidades mayores a 1.5 m.

La tubería de conexión entre el pozo de revisión de vereda y la matriz, será de PVC de diámetro de 200 mm, debiendo cumplir las condiciones de especificaciones técnicas para las tuberías prefabricadas, El Contratista está obligado a presentar las pruebas de fabricación y someterlas a los ensayos que indique el Contratante, de resistencia y estanqueidad.

La condición de mínima pendiente para el fondo de la tubería será del 2%, el ángulo de empalme con la tubería matriz será agudo y no mayor a 60° (sesenta grados) en el sentido del flujo; y para la conexión se realizará sobre los $\frac{3}{4}$ del diámetro de la tubería matriz.

Las condiciones especiales de los bienes inmuebles, en los que no se pueden cumplir las condiciones establecidas, EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE SIGSIG se reserva el derecho de revisar y disponer la solución técnica.

El diámetro de 200 mm para la tubería de empalme se establece, con la condición que el funcionamiento será mixto, como una sola domiciliaria. Para las aguas servidas y pluviales.

En los bienes inmuebles los usuarios deben recolectar y evacuarlas aguas lluvias y servidas, de ser posible separadamente; y , que para ingresar al pozo de revisión de vereda sea en forma mixta, evitando malos olores en ambientes abiertos como patios, garajes, etc.

Medición y forma de pago

La instalación domiciliaria se pagará considerando los siguientes rubros: pozo de revisión que incluye tapa, suministro y colocación de tubería, relleno y excavación.

Replanteo y nivelación

Acero de refuerzo

Dentro de este rubro se encuentra el suministro, transporte, corte y la colocación del acero de refuerzo en la estructuras, según los detalles y diseños que se encuentran en los planos, también el fiscalizador según sea el caso podrá realizar cambios en el diseño.

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- Las barras serán corrugadas con un esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm², y deberán cumplir con las normas INEN 102:03.
- El acero deberá ser aprobado por el fiscalizador para ser colocado caso contrario será removido.
- Las varillas deberán ser limpiadas del óxido, grasa, polvo, antes de ser colocadas.
- La distancia entre varillas deberá ser de centro a centro, así como también la longitud de traslapes y formas, todo esto según los planos estructurales.
- El constructor deberá realizar los ensayos mecánicos respectivos del acero utilizado en la obra, o a su vez presentar los certificados de calidad de los mismos, al Ingeniero Fiscalizador.

Medición y forma de pago

La medición de este rubro será medida en kg con dos decimales de aproximación, medida en obra verificando la cantidad de acero empleado, el precio será el estipulado en el contrato.

Encofrados

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Como regla general, los encofrados podrán ser retirados después de transcurrido, por lo menos el siguiente tiempo, luego de la colocación del hormigón.:

Losas	10 días
Paredes	4 días
Muros	2 días
Canales	3 días

Medición y Forma de Pago

Se medirá en metros cuadrados, y su pago se realizará de acuerdo al rubro señalado en la tabla de precios y cantidades, a los costos contractuales, de acuerdo al tipo.

Para el caso de muros, el área de encofrado se calculará como la suma del área de las dos caras del muro.

Replanteo

Es una base de piedra que se coloca antes de la fundición de pozos de revisión o de cualquier estructura que va a soportar carga, por lo general se la coloca sobre un suelo compactado y conformado.

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- Se colocará sobre un suelo que este compactado en un 90% del proctor estándar, según el área de cimentación.
- Tendrá un espesor entre 15 cm a 20 cm según la especificación de los planos.
- Se utilizará de preferencia piedra de rio o de cantera, y para llenar los espacios entre ellas se utilizará grava natural o triturada.

Replanteo y nivelación

Para la construcción de este proyecto se deberá utilizar una estación total con la finalidad de lograr precisión y agilizar la ejecución del proyecto, el pago de este rubro se lo realizará por km lineal replanteado y metro lineal nivelado, en el caso de la

planta de tratamiento se los realiza por metro cuadrado de replanteo.

Medición y forma de pago

Estas actividades se pagarán de acuerdo a lo especificado en los planos de diseño con los rubros: Replanteo mayor a 1.0 km. y Nivelación de 1000 a 5000 m, si existe una variación con respecto al diseño este primero debe ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Tapa de hormigón

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- El hormigón a emplearse será de una resistencia igual a 210 kg/cm².
- El acero de refuerzo será de una fluencia igual a 4200 kg/cm².
- La varillas deberán ser limpiadas del óxido, grasa, polvo, antes de ser colocadas.
- El contratista deberá entregar las probetas de hormigón al Ingeniero Fiscalizador para que realice los respectivos ensayos.
- Se podrá modificar dimensiones y el grosor de las tapas de hormigón, si el caso lo amerita, pero siempre con la autorización del Ingeniero Fiscalizador.

Medición y forma de pago

Este rubro será medido en unidades, respetando las dimensiones descritas en los planos y su pago será según lo estipulado en el contrato.

Medición y forma de pago

El replantillo será medido en m² respetando el espesor de 15 cm, solo se podrá cambiar el espesor si el ingeniero fiscalizador lo autoriza, su pago será según lo estipulado por el contrato.

Malla electro soldada

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- La malla electro soldada deberá estar libre de óxido, grasa, arcilla, pinturas, o cualquier material que cause la pérdida de adherencia.

- La malla electro soldada deberá cumplir con la norma ASTM A 479.
- No se permitirá una malla de diferente calidad a las especificadas en los planos, si se desea realizar algún cambio este debe ser consultado con el Ingeniero Fiscalizador.

Medición y forma de pago

La medición de este rubro será medida m² con dos decimales de aproximación, medida en obra verificando la cantidad de acero empleado, el precio será el estipulado en el contrato.

Rejilla

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

Serán construidas de varillas de acero de espesor igual 1cm.

De deberá respetar la forma, dimensiones, material y los mecanismos de elevación que estén indicados en los planos.

El contratista podrá cambiar los diseños de la rejilla siempre y cuando el Ingeniero Fiscalizador lo creyera pertinente.

En lo referente a las soldaduras, remaches, o pernos pueden ser rechazados si los mismos presentaran alguna imperfección.

Medición y forma de pago

Este rubro será medido en m², verificado en obra conjuntamente con el ingeniero fiscalizador. Su pago será según lo estipulado en obra.

Tapa metálica

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- Esta será construida sobre un marco de hierro de perfil tipo L de 1 ½" x 1 ½" x 1/8".
- La tapa será de una lámina de acero corrugado de 5 mm de espesor.
- La bisagra de la tapa será sujeta al hormigón mediante un perno.
- Se deberá cubrir con dos capas de pintura anticorrosiva.

Medición y forma de pago

Este rubro será medido en m², su pago será según lo estipulado en el contrato.

Arena

Se colocará una capa de arena de espesor igual a 5 cm; este procedimiento deber ser abalado por el Ingeniero Fiscalizador.

A continuación se presenta las especificaciones a tomar en cuenta:

- La arena debe estar libre de impurezas o materiales que impidan el funcionamiento correcto para la cual es empleada.
- Este material deberá ser adquirido en las canteras que estén aprobadas por el fiscalizador.
- Para el pago de la misma se la realizará por m³.

Medición y forma de pago

Se pagará de acuerdo a los precios ofertados, este rubro ya incluye la mano de obra, se medirá en m³.

Grava

A continuación se presentan las especificaciones a tomar en cuenta:

- La grava deberá tener la granulometría indicada en los planos.
- Antes de ser colocada a grava esta deberá se lavada y cribada si fuese necesario, y estar libre de materia orgánica.
- Se pagará solo la cantidad que sea colocada en los sitios especificados por los planos de diseño.

Medición y forma de pago

La grava será medida en m³ con un decimal, cuyo volumen será medido conjuntamente con la fiscalización, el pago se lo realizará acorde con lo estipulado en el contrato.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se recopiló información socioeconómica mediante encuestas a toda la población obteniendo valores para la elección de varios parámetros para el diseño tanto del sistema de alcantarillado sanitario como para la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Se analizó las especificaciones y criterios técnicos basándose en las normas del Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias (Norma CO 10.7-602), TULSMA (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente) y la INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización), además características técnicas de las Especificaciones Técnicas de ETAPA.
- Se realizó el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad “La Esmeralda”.
- Se elaboró un documento que detalla el presupuesto referencial para el sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales los mismos que servirán para conseguir el financiamiento para la ejecución del proyecto. ANEXO 2.
- La selección de la tecnología para la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad “La Esmeralda” ha sido elegida en función de parámetros ambientales, características propias de la zona y agua residual, obteniendo como la mejor opción una fosa séptica de doble cámara acompañada de un filtro anaerobio de flujo ascendente. Obteniendo una buena depuración de las aguas residuales domésticas, por sus bajos costos de construcción, operación y mantenimiento.

Recomendaciones:

- En la ejecución del proyecto se debe considerar las especificaciones técnicas descritas en este documento y en los anexos, basados en las normativas para el sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales
- Es importante que se cumplan con los periodos de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales evitando posibles inconvenientes como obstrucciones durante su vida útil.
- Tener en cuenta el periodo de diseño proyecto para 20 años, es decir a finales del año 2026 se tendrá que realizar un nuevo estudio evaluando la población en dicho tiempo, la calidad de remoción de la planta, las condiciones físicas de las obras.

BIBLIOGRAFÍA

- AMBIENTAL, T. U. (2002). *Norma de calidad ambiental y de descarga de Efluentes, Libro VI, Anexo I*. Quito.
- Armando, C. (s.f.). *PARAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES*. Lima.
- Báez, J. (2004). *SISTEMAS DE RECOLECCION Y EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES*. Baranquilla.
- Chernicharo, C. A. (2007). *Anaerobics Reactors*. London.
- CIVIL, C. (1993). *NBR 7229 : Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos (Diseño, construcción y operación de sistemas de tanques sépticos)*. Rio de Janeiro.
- CIVIL, C. (1997). *Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro.
- Coronel Alvaro, V. G. (2015). *Plan de Ordenamiento Territorial, GAD San Jose de Raranga*.
- Franco, A. (2002). *Técnicas de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial*. La Paz.
- G.A.D. SIGSIG, G. S. (2012). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA*. SIGSIG.
- Gandur Dacach, N. (1984). *Saneamiento Básico*. Brasil.
- I.N.E.C. (2010). *POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS*. Quito.
- I.N.E.N. (1997). *Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición de excretas y residuos líquidos en el area rural*. Quito.
- INEN. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES*. Quito.
- Lampoglia, T. (2005). *Alcantarillado Condominal UNA ESTRATEGIA DE SANEAMIENTO PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS DEL MILENIO EN EL CONTEXTO DE LOS MUNICIPIOS SALUDABLES*. La Paz.

López Cualla, R. A. (2004). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Metcalf & Eddy. (1995). *Tratamiento y Depuración de las aguas residuales*. Barcelona.

O.P.S. (2005). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUES IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN*. Lima.

Rengel Barrera, A. (2009). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Cuenca: Graficas Hernandez.

Severiche Sierra, C. (2013). *MANUAL DE METODOS ANALITICOS PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS FISICO QUIMICOS BASICOS EN AGUA*. Cartagena.

ANEXOS

Ver anexos en CD.