



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

**Rediseño, ampliación de la red de alcantarillado
sanitario y sistema de tratamiento de aguas
residuales para el Centro Parroquial de Tayuza,
Provincia de Morona Santiago**

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

Autor

SEBASTIÁN PATRICIO MOYANO PESÁNTEZ

Director

JAVIER FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA WEBSTER

CUENCA-ECUADOR

2016

DEDICATORIA

Este trabajo se lo quiero dedicar a Dios por ser la luz que guía mi vida, a toda mi familia quienes me han brindado su apoyo y cariño incondicional, a mis padres de manera especial a mi madre un ser excepcional, que con su apoyo y amor ha hecho de mí un hombre de bien, demostrándome sus virtudes y grandeza, siendo la base fundamental de mi vida para lograr mis objetivos propuestos y cumplir mis sueños, de igual manera a mi hermana, hijo y esposa que al expresarme su amor han sido mi inspiración y motivación para culminar con éxito esta carrera universitaria.

A mis distinguidos profesores quienes nunca desistieron a compartirme sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la bendición que me ha dado de superarme en la vida, a toda mi familia por estar siempre conmigo, de manera especial a mi madre, hermana, hijo y esposa quienes hicieron todo lo que estuvo en sus manos para que yo pueda cumplir mis sueños, por demostrarme siempre su amor, por estar junto a mí y compartir mis tristezas y alegrías durante mi formación universitaria, a mi tío el Ingeniero Luis Fernando Pesántez quien me ha sabido apoyar, guiar y aconsejar durante toda mi carrera y en este trabajo.

Un agradecimiento especial al director de este proyecto el Ingeniero Javier Fernández de Córdova por su colaboración, al compartirme sus conocimientos y tiempo desinteresadamente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	2
1.1 Generalidades	2
1.1.1 Alcance	2
1.1.2 Antecedentes	3
1.1.3 Justificación	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II: LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	6
2.1 Ubicación	6
2.2 Recopilación de datos topográficos, demográficos y catastrales	6
2.3 Levantamiento de datos de campo	7

2.3.1	Catastros.....	7
2.3.2	Encuestas	8
2.4	Distribución de la población, características socio económicas.....	9
2.4.1	Ubicación geográfica del Centro Parroquial de Tayuza	10
2.4.2	Características socio económica	11
2.4.3	Análisis de las encuestas	13
2.5	Evaluación del estado de la red actual de alcantarillado sanitario	24
2.6	Evaluación del estado actual de la planta de tratamiento	24
 CAPÍTULO III: CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO		26
3.1	Criterios de diseño.....	27
3.1.1	Período de diseño	27
3.1.2	Población futura	27
3.1.3	Áreas de aporte.....	29
3.1.4	Densidad poblacional	29
3.1.5	Dotación de agua potable	29
3.1.6	Factor de aportación de aguas servidas.....	30
3.1.7	Pozos de revisión	30
3.1.8	Tuberías.....	31
3.2	Determinación del caudal de diseño.....	32
3.2.1	Caudal medio de aguas domésticas	32
3.2.2	Caudal máximo instantáneo.....	32
3.2.3	Caudal de infiltración	33
3.2.4	Caudal de aguas ilícitas.....	33
3.2.5	Caudal sanitario	34
3.2.6	Velocidades de diseño	34
3.2.7	Diámetro mínimo	35
3.2.8	Diseño hidráulico	35
3.3	Descargas: análisis físico- químico y bacteriológico	36
3.3.1	Generalidades.....	36
3.3.2	Características de las aguas residuales.....	37
3.3.3	Análisis físicos, químicos y bacteriológicos.....	37

3.4	Parámetros que deben cumplir toda descarga	41
3.5	Criterios de diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales	42
3.6	Tratamientos recomendados	42

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA RED Y DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

45

4.1	Diseño y comprobación hidráulica de la red	45
4.1.1	Descripción de la red.....	45
4.1.2	Datos hidráulicos para la evaluación y ampliación de la red	45
4.1.3	Resultados de la evaluación y ampliación de la red.....	45
4.2	Evaluación de la planta de tratamiento existente	46
4.3	Diseño de la nueva planta de tratamiento.....	47
4.4	Análisis de impacto ambiental.....	53
4.4.1	Objetivos del análisis de impactos ambientales	53
4.4.2	Componentes ambientales.....	53
4.4.3	Fases del proyecto	54
4.4.4	Definición de los elementos ambientales	54
4.4.5	Identificación de los impactos ambientales.....	58

CAPÍTULO V: ESTUDIO ECONÓMICO

64

5.1	Presupuesto.....	64
5.2	Análisis de precios unitarios.....	64
5.2.1	Costos directos.....	64
5.2.2	Costos indirectos.....	64
5.3	Especificaciones técnicas	65

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....

66

BIBLIOGRAFÍA.....

68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Población año 2010 según INEC	10
Tabla 2.2: Población proyectada al año 2015	10
Tabla 2.3: Ubicación geográfica del centro parroquial de Tayuza	10
Tabla 2.4: Área del centro parroquial de Tayuza.....	11
Tabla 2.5: Cálculo de la muestra.....	12
Tabla 3.1: Población futura.....	28
Tabla 3.2: Dotación media futura.....	30
Tabla 3.3: Pozos de revisión	31
Tabla 3.4: Velocidad máxima en tuberías.....	34
Tabla 3.5: Parámetros que debe cumplir toda descarga.....	41
Tabla 3.6: Procesos de tratamiento de aguas residuales	43
Tabla 4.1: Parámetros de diseño	45
Tabla 4.2: Resultados de análisis de aguas residuales Tayuza	46
Tabla 4.3: Valores promedio de la caracterización del agua residual al ingreso a las lagunas de estabilización de Ucubamba en el año 2012	47
Tabla 4.4: Elementos ambientales.....	55
Tabla 4.5: Acciones consideradas en la fase de construcción.....	57
Tabla 4.6: Acciones consideradas en la fase de operación y mantenimiento	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ubicación.....	6
Figura 2.2: Pozo de alcantarillado sanitario	7
Figura 2.3: Catastro pozos de alcantarillado sanitario	8
Figura 2.4: Encuestas realizadas a los habitantes de la comunidad de Tayuza.....	8
Figura 2.5: Encuestas realizadas a los habitantes de la comunidad de Tayuza.....	9
Figura 2.6: Ubicación geográfica del centro parroquial de Tayuza	11
Figura 2.7: Tipo de edificación	13
Figura 2.8: Uso de edificación	14
Figura 2.9: Recolección de basura	15
Figura 2.10: Energía eléctrica	16
Figura 2.11: Abastecimiento de agua.....	17
Figura 2.12: Tipo de agua que utiliza	17
Figura 2.13: Calidad del servicio	18
Figura 2.14: Evacuación de aguas servidas.....	19
Figura 2.15: Evacuación de aguas lluvia.....	19
Figura 2.16: Tipo de vía.	20
Figura 2.17: Habitantes	21
Figura 2.18: Tenencia de la vivienda.	21
Figura 2.19: Tipo de trabajo.....	22
Figura 2.20: Ingresos económicos	22
Figura 2.21: Ingresos económicos	23
Figura 2.22: Instrucción del jefe de hogar	23
Figura 2.23: Pozo de alcantarillado sanitario	24
Figura 2.24: Planta de tratamiento de aguas residuales existente	25
Figura 2.25: Ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales existente	25
Figura 2.26: Descarga salida de la planta de tratamiento.....	25
Figura 3.1: Áreas de aporte	29
Figura 4.1: Componentes ambientales	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuestas

Anexo 2: Análisis de aguas residuales de la comunidad de Tayuza

Anexo 3: Rediseño y ampliación de la red de alcantarillado sanitario

Anexo 4: Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales

Anexo 5: Presupuesto

Anexo 6: Especificaciones técnicas

Anexo 7: Planos

**REDISEÑO, AMPLIACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
PARA EL CENTRO PARROQUIAL DE TAYUZA, PROVINCIA DE
MORONA SANTIAGO**

RESUMEN

La comunidad de Tayuza perteneciente al cantón Santiago de la Provincia de Morona Santiago, ha tenido un crecimiento poblacional eminente lo que conlleva a la generación de una mayor cantidad de aguas residuales que al no ser tratadas adecuadamente podrían causar daños serios a la salud de sus habitantes y al medio ambiente. Por ello se ha visto necesario elaborar un estudio basado en las normas establecidas, el cual consta de la evaluación y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario, así como de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Con este estudio y documentación técnica la Junta Parroquial de Tayuza podrá obtener el financiamiento requerido para su construcción, abasteciendo del servicio a las nuevas urbanizaciones, y a su vez conducir y tratar adecuadamente las aguas residuales sin ningún tipo de riesgo para sus habitantes.

Palabras Clave: Sistema, tratamiento, residuales, alcantarillado, sanitario.



Javier Fernández de Córdova Webster

Director de Tesis



Paúl Cornelio Cordero Díaz

Director de Escuela



Sebastián Patricio Moyano Pesántez

Autor

**REDESIGN, EXPANSION OF SEWAGE NETWORK AND WASTEWATER
TREATMENT SYSTEM FOR THE PARISH OF TAYUZA, MORONA
SANTIAGO PROVINCE**

ABSTRACT

The community of *Tayuza* which belongs to Santiago canton, Morona Santiago province has had an important population growth that leads to the production of a larger amount of wastewater, which if not treated properly could cause serious health damage to its inhabitants and to the environment. Therefore, it is necessary to perform a study based on established standards, which consists of the evaluation and expansion of the sanitary sewer network and a wastewater treatment system. With this study and the technical documentation of Tayuza Parrish, it will be possible to obtain the financing required for its construction, with the aim to provide service to new developments, and in turn carry and treat wastewater in a proper manner and without any risk to its inhabitants.

Keywords: System, Treatment, Waste, Sewage, Health



Javier Fernández de Córdova Webster
Thesis Director



Paúl Cornelio Cordero Díaz
School Director



Sebastián Patricio Moyano Pesántez
Author



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Sebastián Patricio Moyano Pesántez

Trabajo de Graduación

Ing. Javier Fernández de Córdova Webster

Abril, 2016

**REDISEÑO, AMPLIACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
PARA EL CENTRO PARROQUIAL DE TAYUZA, PROVINCIA DE
MORONA SANTIAGO**

INTRODUCCIÓN

El Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de la comunidad de Tayuza, en conjunto con la Universidad del Azuay, a través de un convenio acordaron realizar este proyecto que se ubicará en el centro parroquial de dicha comunidad perteneciente al cantón Santiago de Méndez en la provincia de Morona Santiago.

La población de Tayuza ha aumentado significativamente en estos últimos años por lo que se ha visto afectada en la prestación de servicios de saneamiento que abastezcan a toda su gente. Este proyecto busca dar solución a este problema diseñando una nueva red de alcantarillado sanitario y un sistema de tratamiento de aguas residuales con el fin de dotar de este servicio a las nuevas urbanizaciones con las que cuenta el centro parroquial de esta comunidad garantizado una vez implementado el proyecto seguridad en la salud de sus habitantes y el medio ambiente.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Generalidades

Un sistema de alcantarillado sanitario tiene como finalidad conducir apropiadamente las aguas residuales domésticas de una población sin generar ningún tipo de daño a la salud de sus habitantes y al medio ambiente, hasta llegar a una planta en donde se le dará el tratamiento adecuado para su posterior descarga cumpliendo las normas establecidas.

El proyecto de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales es un estudio en el cual se busca dotar del servicio a las nuevas viviendas que actualmente forman parte de la comunidad. En la actualidad la red de alcantarillado existente no abastece a toda la población del Centro Parroquial. Además, se busca dar un adecuado tratamiento a las aguas residuales de esta comunidad por lo que se evaluará y se mejorará de ser necesario la planta de tratamiento existente.

1.1.1 Alcance

La investigación está orientada a recopilar los datos de campo, que son aporte de la información que proporciona el Gobierno Autónomo Descentralizado (G.A.D.) Parroquial Rural de Tayuza, con el fin de evaluar la red de alcantarillado existente.

Esta propuesta tiene como objeto presentar un rediseño y ampliación de la red de alcantarillado sanitario que garantice su funcionamiento, la conducción de aguas servidas, así como el tratamiento de las mismas para evitar cualquier tipo de contaminación.

1.1.2 Antecedentes

En la actualidad la Parroquia Tayuza dispone del servicio de alcantarillado sanitario, el mismo que tiene cerca de diez años de construcción, sin embargo es importante mencionar que este no cubre la totalidad del centro parroquial, en especial las áreas de crecimiento urbano actual, además de acuerdo a los catastros realizados, así como a las visitas de campo, se determinó que no se tiene un mantenimiento adecuado del sistema, principalmente en cuanto a limpieza y revisión de conexiones clandestinas; hay que recordar que solo la calle principal del centro parroquial se encuentra asfaltada y algunas calles transversales alrededor de la junta parroquial cuentan con adoquín, mientras que la mayoría de calles son de tierra, lo que ha originado el ingreso de material a la tubería, disminuyendo su vida útil y originando que en la actualidad ya se haga necesario el cambio o reparación de algunos elementos de la red. Adicionalmente se observa la falta de mantenimiento en la planta de tratamiento de aguas residuales actual, disminuyendo rápidamente su vida útil, también en los desfuegos de la red de alcantarillado pluvial se puede observar la descarga de aguas negras, lo que hace pensar que varias domiciliarias sanitarias están erróneamente conectadas a esta red, provocando contaminación al receptor y la posibilidad de contaminación y enfermedades en la población, sin embargo, luego de una evaluación general del sistema se puede decir que la red actual se encuentra en buen estado; pero el funcionamiento de la planta de tratamiento no es fiable, por lo que se procederá al modelamiento del sistema incluyendo la red actual y estableciendo los parámetros más adecuados para mantener, cambiar, mejorar y ampliar el sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento.

1.1.3 Justificación

Los estudios de saneamiento ambiental son necesarios, ya que permitirá que los miembros de la Parroquia de Tayuza conozcan cuál es su realidad y cuáles son los mecanismos más adecuados para mejorarla. Este trabajo está encaminado a concienciar y capacitar a la comunidad sobre la necesidad de ampliar el servicio de alcantarillado y mejorar el tratamiento de las aguas servidas antes de su disposición final, con lo cual se mejorará la calidad de vida de sus familias y la comunidad en general, creando un ambiente sano, limpio y sin contaminación.

Así mismo se pretende concienciar a los miembros de la comunidad para que trabajen de una forma mancomunada y participativa; se espera lograr un cambio de actitud en las personas para que ellos mismos sean los gestores de nuevos proyectos o actividades encaminados a mejorar la higiene, salud, ambiente, mejorando su calidad de vida.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

El objetivo de este estudio, es la realización de los diseños de la red de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales, que respondan de la mejor manera a la situación física, a la realidad socio- económica y que produzca además el menor daño posible al medio ambiente, así como mejorar la calidad de vida de la ciudadanía de Tayuza y de cada población intervenida.

La elaboración de los estudios para el proyecto de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, para la Parroquia de Tayuza, posibilitará al Municipio del Cantón Santiago y al G.A.D. Parroquial Rural de Tayuza, tomar la decisión de financiar la construcción del proyecto o en su defecto de buscar el financiamiento necesario con organismos del Estado y/o ONG.

1.2.2 Objetivos específicos

El estudio y diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento permitirá establecer los parámetros y lineamientos para el financiamiento y construcción de estos sistemas, en función de la capacidad hidráulica, de las instalaciones, el mantenimiento y correcto funcionamiento, sus deficiencias,

unidades que puedan ser utilizadas como parte del sistema, con el objeto de obtener la máxima economía en las obras a construirse.

Los objetivos básicos que se ha trazado para este proyecto, se resumen a continuación:

- Rediseñar y ampliar la red de alcantarillado sanitario para el G.A.D. Parroquial Rural de Tayuza.
- Evaluar la planta de tratamiento existente y diseñar el nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales para la comunidad.
- Elaborar un presupuesto con los precios unitarios de todos los rubros necesarios para la construcción de la red de alcantarillado sanitario.
- Elaborar especificaciones técnicas del proyecto.
- Efectuar la evaluación detallada de las estructuras existentes en cada tramo de las diferentes calles en donde se ubicará este proyecto, con el objeto de determinar sus condiciones actuales y de funcionamiento hidráulico, y la factibilidad de ser utilizadas como parte del sistema definitivo.

En lo referente a los datos demográficos estos fueron obtenidos mediante la elaboración de encuestas en diferentes puntos de la comunidad. La información catastral se obtuvo mediante inspecciones en campo de los diferentes elementos existentes del sistema de alcantarillado sanitario.

2.3 Levantamiento de datos de campo

2.3.1 Catastros

Para poder evaluar la red de alcantarillado sanitario actual de la comunidad es necesario realizar los respectivos catastros de los elementos que componen el sistema existente del alcantarillado sanitario con el fin de obtener datos de altura de pozos, diámetros de tubería, cotas, sentidos de flujo, entre otros, así como el estado de éstos, el levantamiento catastral del sistema de alcantarillado sanitario se lo realizó en toda la zona de estudio.



Figura 2.2: Pozo de alcantarillado sanitario



Figura 2.3: Catastro pozos de alcantarillado sanitario

2.3.2 Encuestas

La finalidad de las encuestas es realizar un estudio socio-económico que contenga la información básica de la zona, así como de su población y conocer la realidad en la que éstos viven y se desarrollan.



Figura 2.4: Encuestas realizadas a los habitantes de la comunidad de Tayuza



Figura 2.5: Encuestas realizadas a los habitantes de la comunidad de Tayuza

2.4 Distribución de la población, características socio económicas

La Parroquia de Tayuza según la proyección de población para el año 2015 cuenta con 1716 habitantes, valor que fue obtenido con una tasa de crecimiento del 2,58% y una población en el año 2010 de 1510, valores obtenidos del INEC.

Para poder calcular la población para el año 2015 se utilizó la siguiente fórmula:

$$N_F = N_0(1 + r)^t \quad (1)$$

En donde:

N_F = Población futura.

N_0 = Población actual.

r = Tasa de crecimiento.

t = Número de años.

A continuación se presenta un cuadro de la población de Tayuza dividida por zonas:

Tabla 2.1: Población año 2010 según INEC

población año 2010		zona
100%	1510	zona urbana y rural
59%	891	zona urbana
41%	619	zona rural

Tabla 2.2: Población Proyectada al año 2015

población año 2015		zona
100%	1716	zona urbana y rural
59%	1013	zona urbana
41%	703	zona rural

El proyecto a realizarse está enfocado al Centro Parroquial de Tayuza, por lo que la población que será considerada para la encuesta será la de la zona urbana, es decir 1013 habitantes.

2.4.1 Ubicación geográfica del Centro Parroquial de Tayuza

El proyecto se ubica conforme a las siguientes coordenadas geográficas: WGS84. Las coordenadas son referenciales y tomadas en los puntos centrales y estratégicos de la localidad.

Tabla 2.3: Ubicación geográfica del centro parroquial de Tayuza

COMUNIDAD	COORDENADAS ZONA 17S		ALTITUD (msnm)
	ESTE	SUR	
Tayuza	806.980	9°701.396	608

El Centro Parroquial de la comunidad de Tayuza cuenta con un área de:

Tabla 2.4: Área del centro parroquial de Tayuza

COMUNIDAD	AREA (Ha)
Tayuza	35.20

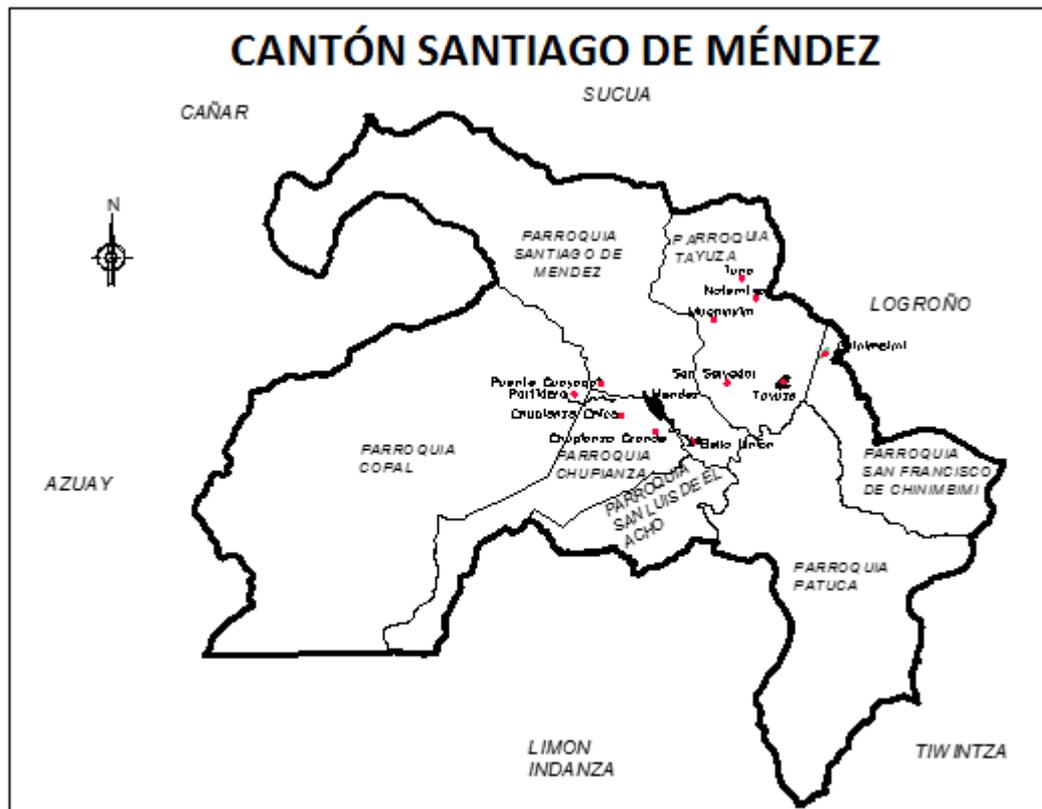


Figura 2.6: Ubicación geográfica del centro parroquial de Tayuza

2.4.2 Características socio económica

Para determinar las características socio económicas es necesario realizar encuestas a la población actual, para lo que se determinó el tamaño de la muestra, según métodos econométricos de evaluación y se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot e^2 + z^2 \cdot p \cdot q} \quad (2)$$

En Dónde:

z = nivel de confianza.

p = Probabilidad a favor.

q = Probabilidad en contra.

N = Universo.

n = tamaño de la muestra.

e = error de estimación.

Esta muestra representa un nivel de confianza de 95 % (1,96) y un margen de error del 5 %. Cabe aclarar que se asumió la variabilidad de la conexión a la red ($p = 0.50$ y $q = 0.50$). En esa medida el margen de error deberá estar por debajo de este 5% inicialmente previsto.

Tabla 2.5: Cálculo de la muestra

CÁLCULO DE LA MUESTRA	
PARÁMETRO	TAYUZA
UNIVERSO:	1013
NIVEL DE CONFIANZA:	95%
ERROR DE ESTIMACIÓN:	5%
P:	50%
Q:	50%
Z=	1,96
Nº de miembros por familia:	4
n DE MUESTRA =	279
n DE MUESTRA/HOGAR=	70

2.4.3 Análisis de las encuestas

Para obtener la información socio-económica y sanitaria actualizada que sirva de insumo para el diseño y el dimensionamiento del proyecto, así como del estudio de evaluación económica y social del proyecto, se realizó encuestas y de acuerdo al cálculo del tamaño de la muestra se obtuvo que mínimo se deberían realizar una muestra de 70 hogares a encuestar, sin embargo se preparó y realizó una encuesta a una muestra de 75 hogares, con lo que se obtuvo los siguientes resultados. Los resultados de las encuestas se encuentran en el anexo 1.

2.4.3.1 Vivienda

2.4.3.1.1 Tipo de edificación

Para el tipo de edificación se presentaron cuatro opciones en la encuesta: una planta, dos plantas, multifamiliar y finca en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

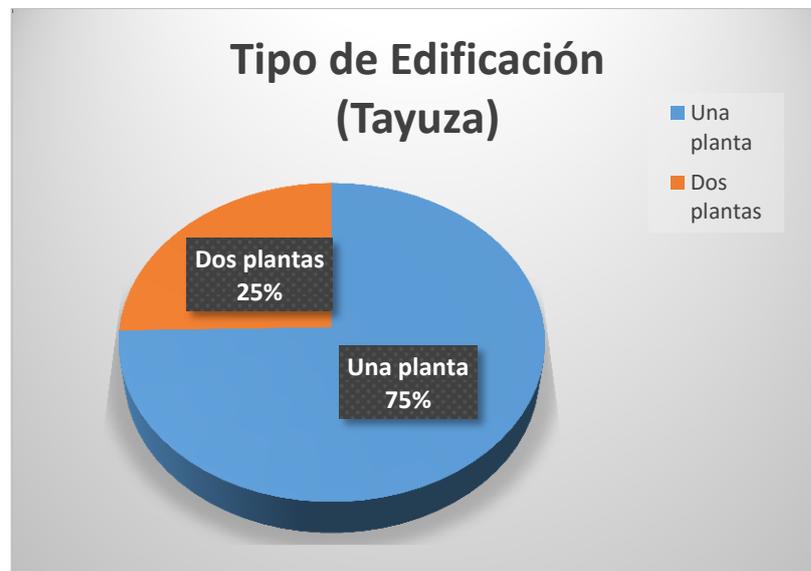


Figura 2.7: Tipo de edificación

Cabe mencionar que para los tipos de edificación multifamiliar y finca los resultados fueron del 0%

2.4.3.1.2 Uso de la edificación

Las actividades predominantes que se desarrollan para el uso de suelos son:

- Vivienda: el uso más representativo que se da a las edificaciones tanto en planta baja como en alta.
- Comercio: sobre la vía principal, mayoritariamente en la planta baja de las viviendas (negocios).
- Administración, servicios, culto y educación; en áreas próximas a la iglesia
- Deporte y recreación; Colegio Nacional Tayuza, en la Escuela Daniel Villagómez, canchas públicas.
- Venta de Comida (restaurantes).

Los resultados obtenidos en la encuesta son los siguientes:



Figura 2.8: Uso de edificación

Como se puede observar los usos predominantes lógicamente son los de vivienda con un 62% y combinado con un 17%, este último hace referencia a usos compartidos con vivienda y comercio.

2.4.3.2 Infraestructura y servicios básicos existentes

Recolección de basura

En el Centro Parroquial de Tayuza la recolección de los residuos sólidos también es realizada por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Santiago, mediante una volqueta municipal dos veces por semana.

La disposición final de los desechos se realiza en un botadero que se ingresa por una vía existente a un costado de la vía Y de Patuca - Tiwintza, a aproximadamente 6 km del centro. Existe un tratamiento a la disposición final de estos desechos sólidos pero falta ajustar algunos aspectos técnicos.



Figura 2.9: Recolección de basura

El 99% de la población encuestada dispone del servicio de recolección de desechos y solo el 1% de la población no cuenta con dicho servicio.

Energía eléctrica

El servicio eléctrico relacionado con el alumbrado público y el servicio residencial lo presta la Empresa Regional Centro Sur C.A. con redes de baja y alta tensión, cubriendo el 99% de hogares y locales en la comunidad.



Figura 2.10: Energía eléctrica

Telecomunicaciones

Con respecto a las telecomunicaciones, la Parroquia de Tayuza cuenta con teléfonos públicos y privados la cual está a cargo del Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CNT), la demanda se complementa a través de telefonía celular, sin embargo este servicio todavía es deficiente y tiene muy poca cobertura.

El transporte público

En lo que respecta al centro urbano de la Parroquia de Tayuza, no existe el servicio de transporte público por ser una comunidad de extensión pequeña, sin embargo para movilizarse al resto de la Parroquia se utilizan camionetas de alquiler.

En cuanto al transporte hacia otras ciudades, al estar Tayuza sobre el paso de la vía Méndez – Macas, existen cooperativas interprovinciales que prestan el servicio; por lo que para movilizarse utilizan el servicio de cooperativas de transporte como son Sucúa, Turismo Oriental, Orient Rut, entre las más relevantes, con turnos en las mañanas, tardes y noches todos los días.

2.4.3.2.1 Sistema de agua

La comunidad de Tayuza sí dispone de un sistema de agua potable cuya captación se lo hace en la zona de San Salvador en el río denominado río Tayuza y que por gravedad conduce esta agua hasta las plantas de tratamiento y mediante tuberías a cada una de las casas de los diferentes usuarios. De acuerdo a los resultados de las encuestas el 91% de la población encuestada cuenta con abastecimiento de agua y el 9% no cuenta con este servicio.



Figura 2.11: Abastecimiento de agua

De igual manera el 84% de la población encuestada hacen uso de este servicio, el 13% utiliza agua embotellada y el 3% utiliza agua de pozos.

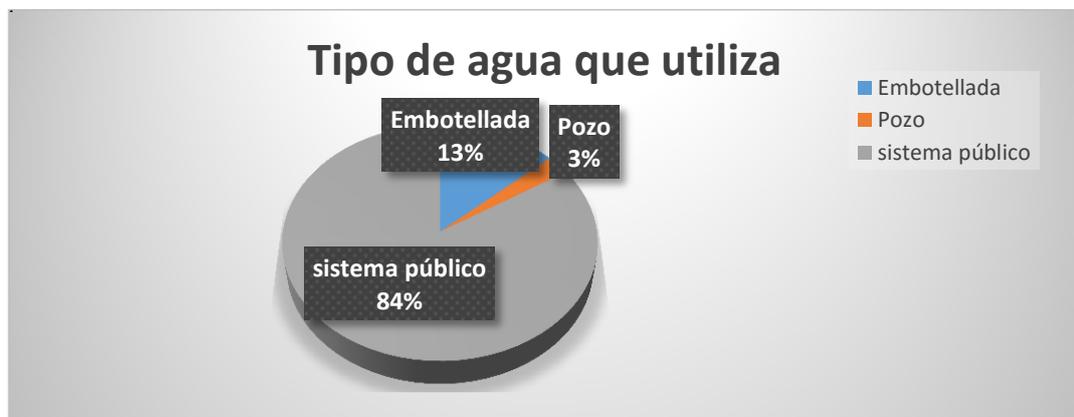


Figura 2.12: Tipo de agua que utiliza

El 53% de los habitantes de la Cabecera Parroquial de Tayuza considera que el servicio de agua para consumo humano es regular y para el 35% el agua es mala y perjudicial para la salud de la comunidad, tan solo el 12% de la población estima que tiene un agua de buena calidad.



Figura 2.13: Calidad del servicio

2.4.3.2.2 Sistema de alcantarillado

Alcantarillado sanitario

La Cabecera Parroquial de Tayuza dispone de un sistema de alcantarillado sanitario, el mismo que llega a una fosa séptica antes de realizar las descarga al río Tayuza, este sistema apenas cubre a toda la comunidad, a más de que presenta algunas deficiencias debido al escaso mantenimiento y arreglos que se le ha dado. De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas la evacuación de aguas servidas, un 95% cuenta con alcantarillado público, el 1% cuenta con una fosa séptica y el 4% no cuenta con ningún tipo de evacuación.



Figura 2.14: Evacuación de aguas servidas

Alcantarillado pluvial

Tayuza, cuenta también con sistema de alcantarillado pluvial el mismo que no cubre toda la comunidad, además hay tramos que se encuentran colapsados, debido a que la mayor parte de vías del centro parroquial son de tierra, lo cual origina el arrastre de materiales a las tuberías, además existen zonas en las cuales se requiere la ubicación de sumideros.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas referente a la evacuación de aguas lluvias, un 53% cuenta con este servicio y el 47% no dispone del mismo.



Figura 2.15: Evacuación de aguas lluvia

2.4.3.2.3 Tipo de vía

La comunidad de Tayuza se encuentra localizada como punto de paso entre las ciudades de Méndez y Sucúa, lo que ha provocado que la comunidad se desarrolle en torno al paso de la vía principal, esta vía se encuentra asfaltada y forma parte de la troncal amazónica.

Las vías internas en especial aquellas alrededor del local de la Junta Parroquial son de adoquín, pero la mayoría son de tierra en las cuales se puede observar que han sido colocadas capas de material de lastre.

A continuación se muestra en el gráfico los diferentes tipos de vía que tiene la comunidad de Tayuza.

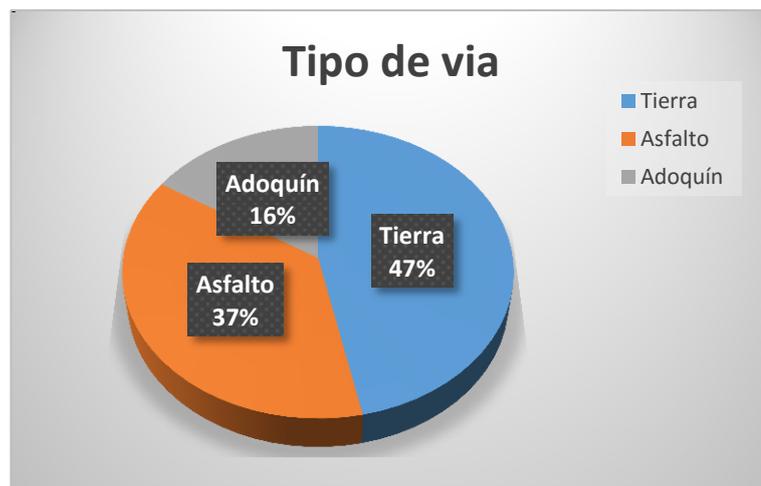


Figura 2.16: Tipo de vía.

2.4.3.3 Datos socio económicos por familia

De la encuesta de tipo censal practicada en la comunidad, en combinación con los datos recopilados del INEC y su posterior análisis, se desprende que existen 1013 personas en la Cabecera Parroquial de Tayuza en el año 2015.

2.4.3.3.1 Número de miembros de la familia

Se determinó que en promedio las familias de la Cabecera Parroquial de Tayuza están conformadas por 4 miembros de los cuales el 50% son hombres y el 50% mujeres, además se conoció que el 18% corresponde a niños menores de 5 años. La población que se obtuvo al aplicar la encuesta dio como resultado 308 habitantes, valor que corresponde sólo al universo que se tomó como tamaño de la muestra y de acuerdo con esta población se obtuvieron los siguientes resultados:



Figura 2.17: Habitantes

De los 308 habitantes se tiene que el 59% de ellos son adultos y el 41% son niños

2.4.3.3.2 Tenencia de vivienda

Así mismo, la mayoría de viviendas son habitadas por sus propietarios (80%), existiendo un significativo 20% de hogares que habitan en viviendas arrendadas.



Figura 2.18: Tenencia de la vivienda.

2.4.3.3 Tipo de trabajo

En cuanto a la actividad ocupacional de la población encuestada se consideró la profesión u ocupación de los jefes de hogar, así desde el punto de vista de su grupo de actividad ocupacional, se determinó que el 48% de hogares en la comunidad tienen trabajo permanente y el 52% tienen trabajo ocasional.



Figura 2.19: Tipo de trabajo

2.4.3.3.4 Ingresos económicos de la familia

En cuanto a los ingresos económicos las familias encuestadas dijeron que el 37% son ingresos mensuales el 34% son ingresos semanales, el 16% son ingresos quincenales y el 13% son otros tipos de ingresos.

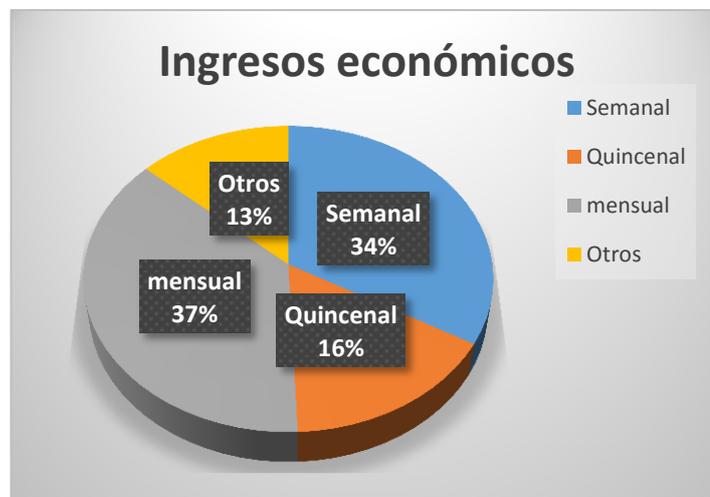


Figura 2.20: Ingresos económicos

Sus ingresos económicos en el 31% de su población corresponden al rango de 0 a 50 dólares, 43% en el rango de 60 a 300, un 17% en el rango de 310 a 600 dólares y un 9% en el rango de 610 o más.



Figura 2.21: Ingresos económicos

Instrucción del jefe de hogar

La instrucción del jefe de hogar, según los resultados de las encuestas dan que el 7% no tiene instrucción, el 52% tiene instrucción primaria, el 31% tiene instrucción secundaria y solo el 10% tiene instrucción superior.



Figura 2.22: Instrucción del jefe de hogar

2.5 Evaluación del estado de la red actual de alcantarillado sanitario

Al analizar los servicios de saneamiento básico, específicamente los sistemas de eliminación de aguas servidas, se establece que en su mayoría se hallan conectadas al sistema de alcantarillado existente en la comunidad, correspondiente al centro de la misma, aparentemente los elementos que conforman el sistema, como pozos y tuberías se encuentran en buen estado, pero se observa la falta de mantenimiento en los mismos, específicamente en lo que se refiere a limpieza y a conexiones clandestinas.



Figura 2.23: Pozo de alcantarillado sanitario

2.6 Evaluación del estado actual de la planta de tratamiento

Se inspeccionó el sitio donde se encuentra emplazada la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad, la cual consta de una fosa séptica de doble cámara sin ningún tipo de filtro que se encuentra en operación alrededor de 13 años, la planta se encuentra en mal estado, cubierta de maleza y vegetación, además cerca de la planta se encuentra un criadero de animales.

En conclusión se puede decir que la planta no cuenta con ningún tipo de mantenimiento por lo que su funcionalidad y fiabilidad está en duda.



Figura 2.24: Planta de tratamiento de aguas residuales existente



Figura 2.25: Ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales existente



Figura 2.26: Descarga salida de la planta de tratamiento

CAPÍTULO III

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

Antes de citar las consideraciones para el diseño se ha visto conveniente definir los principales términos que serán utilizados en este estudio.

De acuerdo con el autor, (OPS/CEPIS/05.169, 2005), los componentes de un sistema de alcantarillado son:

Sistema de alcantarillado.- Conducto de servicio público cerrado, destinado a recolectar y transportar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales.

Cuenca de contribución.- Conjunto de áreas contribuyentes, cuyas aguas residuales fluyen hacia un punto único de concentración.

Colector.- Es una tubería que funcionando como conducto libre, recibe la contribución de aguas residuales en cualquier punto a lo largo de su longitud.

Profundidad del colector.- Diferencia de nivel, entre la superficie de la rasante de la vía y la solera del colector.

De acuerdo con el autor, (López Cualla, 2003), el caudal de aguas residuales de una población está compuesto por los siguientes aportes:

Caudal de diseño

- Aguas residuales domésticas.
- Aguas residuales industriales, comerciales e institucionales.
- Aguas de infiltración.
- Conexiones erradas.

3.1 Criterios de diseño

Los criterios empleados para el diseño de este sistema de alcantarillado están basadas en las normas establecidas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias, el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (EX IEOS, 1992), así como del Instituto Ecuatoriano de Normalización (CPE INEN 5 Parte 9-1, 1992) y además se han añadido algunos criterios dados por otras instituciones públicas, como el caso de ETAPA EP.

3.1.1 Período de diseño

Es el lapso de tiempo durante el cual la obra cumple satisfactoriamente sin necesidad de ampliaciones. El período de diseño acogido para el proyecto es de 20 años, el mismo que se encuentra dentro de los parámetros de diseño sugeridos por la Subsecretaria de Saneamiento Ambiental y la vida útil de los materiales que se utilizaran en el proyecto, con lo cual tenemos como año cero el 2015 y como año final del período de diseño el 2035.

3.1.2 Población futura

Es el número de habitantes que se tendrá al final del período de diseño. Para la estimación de la población futura se harán las proyecciones utilizando por lo menos tres métodos, siendo estos métodos el Aritmético, Geométrico y Logarítmico, los cuales se citan a continuación:

a. Método Aritmético

$$Pf = Po (1 + r n) \quad (3)$$

b. Método Geométrico

$$Pf = Po (1 + r)^n \quad (4)$$

c. Método Logarítmico

$$Pf = Po e^{r*n} \quad (5)$$

Dónde:

P_f = Población futura.

P_o = Población actual.

r = tasa de crecimiento.

n = número de años a proyectar.

Se debe indicar que de acuerdo a las normas del ex IEOS para la estimación de la población futura debe contarse con la información del INEC, razón por la cual para este estudio se ha tomado información del censo realizado en el 2010 y de datos obtenido en el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Tayuza.

En base a esta información se obtuvo que la tasa de crecimiento es de 2.58% y que la población al año 2015 es de 1013 habitantes. Con esta información determinamos que la población actual es de 1013 habitantes, la tasa de crecimiento es de 2.58% y la población se proyectará 20 años, aplicando los métodos antes citados tenemos los siguientes resultados:

Tabla 3.1: Población futura

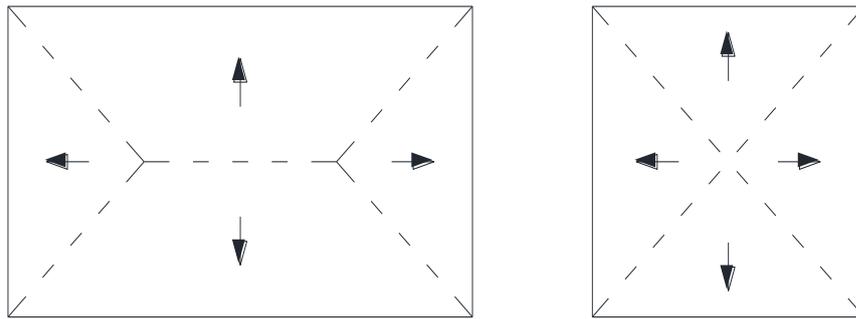
Aritmético	1536
Geométrico	1686
Logarítmico	1698

De los valores obtenidos se considera que se utilizará el valor intermedio que corresponde al método Geométrico cuyo valor es 1686 habitantes, el mismo que corresponde a la población futura proyectada al año 2035.

3.1.3 Áreas de aporte

Son áreas que contribuyen al escurrimiento de aguas residuales. Para hacer la delimitación de áreas de aporte se las realizó en función de la topografía de la zona y de las manzanas establecidas en función del plan de ordenamiento territorial, se puede distribuir el área de aporte de las siguientes formas:

Figura 3.1: Áreas de aporte



3.1.4 Densidad poblacional

Se llama densidad poblacional a la relación que existe entre el número de habitantes y el área que ocupan. Para la comunidad de Tayuza, se ha estimado una población futura de 1686 habitantes distribuidos en una extensión de 31 hectáreas, dando una densidad poblacional de 54.40 habitantes / hectárea.

3.1.5 Dotación de agua potable

Es el caudal de agua potable consumido diariamente, en promedio, por cada habitante, incluye los consumos domésticos y viene expresado en litros habitante por día.

Según la norma (CPE INEN 5 Parte 9-1, 1992) para poblaciones mayores a 1000 habitantes la dotación de agua para una zona cálida húmeda es de 170 litros a 200 litros por habitante día de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.2: Dotación media futura:

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	Dotación Media Futura (lts/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 hasta 50.000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
más de 50.000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Fuente: INEN 5

Para este estudio se asumirá una dotación de 200 lts/hab/día.

3.1.6 Factor de aportación de aguas servidas

Se considera que del 70% al 80% de la dotación de agua potable llega al sistema de colectores, con esta consideración y tomando en cuenta las condiciones climáticas y las costumbres de la población se asumirá para este diseño un valor de 80%, es decir $C = 0.80$.

3.1.7 Pozos de revisión

Son estructuras que permiten el acceso desde la calle al interior de un sistema de alcantarillado reuniendo dos o más colectores. Además, tiene la finalidad de permitir la inspección y el mantenimiento de los colectores.

Los pozos de revisión se colocarán en todos los cambios de pendientes, cambios de dirección, exceptuando el caso de alcantarillas curvas y en las confluencias de los colectores. La máxima distancia entre pozos de revisión será:

Tabla 3.3: Pozos de revisión

Diámetro de Tubería (mm)	Distancia máxima entre pozos
menor e igual a 350	100 m
400-800	150 m

Fuente: EX IEOS

Los pozos tendrán una descarga libre máxima de 60 cm, para facilitar la operación. En caso de requerirse una mayor altura se diseñará estructuras de salto. El fondo del pozo deberá tener cuantos canales sean necesarios para permitir el flujo adecuado del agua a través del pozo, sin interferencias hidráulicas que conduzcan a pérdidas grandes de energía.

3.1.8 Tuberías

Siempre que sea posible, las tuberías de la red sanitaria se colocarán en el lado opuesto de la calzada a aquél en el que se ha instalado la tubería de agua potable, o sea, generalmente al sur y al Oeste del cruce de los ejes. Las tuberías y colectores seguirán, en general, las pendientes del terreno natural y formarán las mismas hoyas primarias y secundarias que aquél. En general se proyectarán como canales o conductos sin presión y se calcularán tramo por tramo. Las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada.

Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1,2 m de alto sobre la clave del tubo. La tubería nunca debe

funcionar llena y la superficie del líquido siempre debe estar por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos. El diseño hidráulico de las tuberías de alcantarillado puede realizarse utilizando la fórmula de Manning. Se recomienda que las velocidades máximas reales y los coeficientes de rugosidad correspondan a cada material. Para la selección del material de las tuberías se considerarán las características físico-químicas de las aguas y su septicidad; la agresividad y otras características del terreno; las cargas externas; la abrasión y otros factores que puedan afectar la integridad del conducto.

3.2 Determinación del caudal de diseño

3.2.1 Caudal medio de aguas domésticas (q_m)

Este caudal es el producto de la población aportante y de las dotaciones de agua potable correspondientes al inicio y final del período de diseño.

El caudal medio de aguas servidas se ha estimado utilizando la siguiente expresión:

$$q_m = \frac{CPD}{86400} \quad (6)$$

En donde:

q_m = Caudal medio de aguas domésticas (l/s).

C = Coeficiente de aporte de aguas servidas.

D = Dotación de agua potable en (l/hab/día).

P = Población servida (hab).

3.2.2 Caudal máximo instantáneo (q_{max})

Es el caudal máximo de aguas residuales que se podría observar en cualquier año dentro del período de diseño. Normalmente se lo calcula para el final del período de diseño. El caudal máximo instantáneo se ha obtenido multiplicando el caudal medio por el factor de mayoración K , cuya expresión es la siguiente:

$$K = \frac{2.228}{q_m^{0.0733225}} \quad (7)$$

En donde:

K : Factor de mayoración.

q_m : Caudal medio diario al final del período de diseño en (m³/s).

En los tramos de cabeza y laterales donde los valores del caudal medio diario (q_m) son menores que 4 l/s se utiliza un valor constante de $K=4$.

El caudal máximo instantáneo de aguas servidas es:

$$q_{max} = q_m K \quad (8)$$

En donde:

$q_{m\acute{a}x}$: Caudal máximo de aguas residuales domésticas en l/s.

q_m : Caudal medio de aguas residuales en l/s.

K : Factor de mayoración.

3.2.3 Caudal de infiltración (q_{inf})

El caudal de infiltración es el agua proveniente del subsuelo que puede infiltrarse a las alcantarillas por juntas defectuosas, tubos fisurados, fallas en las paredes, tapas perforadas de los pozos de revisión, por la ubicación de las alcantarillas situadas en terrenos húmedos con un alto nivel del manto freático. Para este diseño se adoptó el siguiente valor de acuerdo a la recomendación de ETAPA EP.

$$q_{inf} = 1 \text{ l/sg/km} \quad (9)$$

3.2.4 Caudal de aguas ilícitas (q_{ilic})

Este caudal se debe a conexiones ilegales de aguas lluvias de los techos, pozos privados que pueden entrar en las tuberías, por ignorancia en la materia o equivocaciones. Para este diseño se adoptó el siguiente valor de acuerdo a la recomendación de ETAPA EP.

$$q_{ilic} = 115 \text{ l/hab/día} \quad (10)$$

3.2.5 Caudal sanitario (Q_{san})

Es el caudal utilizado para dimensionar el sistema de recolección y es igual al caudal máximo simultáneo de aguas servidas más el caudal de infiltración y más el de aguas ilícitas:

$$Q_{san} = q_{max} + q_{inf} + q_{ilic} \quad (11)$$

Se debe mencionar que el Q mínimo sanitario en los tramos de cabeza será igual a 2.20 l/s, que corresponden a la descarga mínima de un inodoro.

3.2.6 Velocidades de diseño

Las velocidades mínima y máxima serán asumidas de acuerdo a las normas del (EX IEOS, 1992), las mismas que establecen lo siguiente:

Velocidad mínima: que no sea menor a 0.45 l/s y preferiblemente sea mayor a 0.6 l/s para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido. Para este diseño se adoptará una velocidad mínima de 0.45 l/s

Velocidad máxima: las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación, tal como indica la siguiente tabla:

Tabla 3.4: Velocidad máxima en tuberías

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA l/seg	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón Simple		
Con uniones de mortero	4	0.014
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3.5 a 4	0.013
Asbesto cemento	4.5 a 5	0.011
Plástico	4.5	0.011

Fuente: EX IEOS

El material a utilizar en el proyecto es tubería de hormigón simple, para este tipo de tubería se recomienda diseñar con una velocidad máxima de 4 m/s y con una rugosidad de 0.014.

3.2.7 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo para el diseño de alcantarillado sanitario es de 200 mm según se indica en las normas del ex IEOS, así como menciona que las conexiones domiciliarias en el alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 100mm para sistemas sanitarios y una pendiente mínima del 1%.

3.2.8 Diseño hidráulico

Los diseños hidráulicos de las redes de alcantarillado se han realizado mediante la utilización de programas computacionales. Para el dimensionamiento de las redes sanitarias se ha preparado los cálculos en una hoja electrónica. (Anexo 3).

Para el diseño hidráulico del sistema se utiliza la fórmula de Manning

Formula de Manning

$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{n} \quad (12)$$

$$R = \frac{D}{4} \quad (13)$$

$$Q = V * A \quad (14)$$

$$Q = 0.312 \frac{D^{8/3} * J^{1/2}}{n} \quad (15)$$

En donde:

Q = Caudal a sección llena (m^3/s).

R = radio hidráulico (m).

J = pendiente (m/m).

n = coeficiente de rugosidad.

D = Diámetro de la tubería (m).

A = Área (m^2).

3.3 Descargas: análisis físico- químico y bacteriológico

3.3.1 Generalidades

Un sistema de tratamiento de aguas residuales está diseñado con el objetivo de eliminar microorganismos patógenos, sólidos, sustancias orgánicas e inorgánicas y demás componentes dañinos para la salud y el medio ambiente.

De acuerdo a la (TULSMA Legislación Secundaria M. Ambiente) libro VI anexo 1, menciona lo siguiente:

Cuerpo receptor o cuerpo de agua

Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

Aguas residuales

Las aguas residuales son 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.

La descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de aguas naturales sin ningún tipo de tratamiento provoca problemas graves de contaminación.

3.3.2 Características de las aguas residuales

- Olor desagradable jabonoso o aceitoso.
- Cuando están frescas son alcalinas.
- Son acidas cuando llegan a la putrefacción.
- Su color es obscuro.
- Cantidad de sólidos pequeña pero son un problema al momento del tratamiento.

3.3.3 Análisis físicos, químicos y bacteriológicos

Características

Análisis físicos

Estos análisis consisten en determinar la temperatura, la concentración y clases de sólidos.

Temperatura: la temperatura varía de acuerdo al lugar y la época del año, al aumentar la temperatura se acelera el consumo de oxígeno para la oxidación, al mismo tiempo que disminuye la solubilidad del oxígeno y demás gases. Lo contrario pasa con la densidad, viscosidad y tensión superficial que disminuyen cuando existe un aumento en la temperatura.

La velocidad de sedimentación de partículas que se encuentran en suspensión y la transferencia de oxígeno en procesos biológicos de tratamiento, se modifican cuando la temperatura disminuye.

Los sólidos: son todas las partículas que se encuentran en suspensión, coloidales y disueltos. Los sólidos que se encuentran en las aguas residuales se oxidan

consumiendo el oxígeno disuelto en el agua, sedimentándose al fondo de los cuerpos receptores.

Análisis químicos

El análisis químico consiste en:

- Determinar la cantidad de materia orgánica.
- Determinar la cantidad de materia inorgánica.
- Medir el contenido orgánico.
- Determinar la cantidad de gases presentes.

Materia orgánica: su composición se basa principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno.

Materia inorgánica: no contienen carbono y son producidas por la naturaleza, generalmente está compuesta por: sales, nutrientes, trazas de elementos (residuos minerales), tóxicos.

PH: el Potencial Hidrógeno presente en las aguas residuales pueden ser alcalino o ácido, alcanzado la alcalinidad si sus valores son mayores a 7 o acidez si son menores a 7. Generalmente los efluentes tienden a ser alcalinos.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: el DBO es la cantidad de oxígeno que se utiliza para la oxidación biológica de la materia orgánica.

Demanda Química de Oxígeno: el DQO es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar contaminantes orgánicos e inorgánicos por reacciones químicas.

Nitrógeno: se encuentra en la materia proteica generalmente como nitrógeno orgánico y nitrógeno amoniacal, este último es utilizado para determinar la edad de las aguas residuales.

Nitratos y Nitritos: se encargan de sintetizar las proteínas de las algas y plantas por lo que una presencia inadecuada de nitrógeno generara un crecimiento no deseado de vegetación.

Cloruros: se encuentra en el agua natural, las cuales provienen de la disolución de suelos y rocas que los contengan y estén en contacto con el agua. Las heces humanas contienen unos 6g de cloruros por persona.

Fosfato: son elementos esenciales para el crecimiento de los microorganismos y plantas en el tratamiento biológico de las aguas residuales.

Detergentes: están constituidos por moléculas orgánicas polares, grandes y solubles en aguas y aceites, tienen la propiedad de disminuir la tensión superficial de los líquidos en que se hayan disueltos, además producen espuma lo que provoca una gran cantidad de fósforo llegando a causar abundancia anormal de nutrientes.

Compuestos tóxicos: afectan a los microorganismos y a los procesos de tratamiento, provienen de productos farmacéuticos, químicos y biocidas, entre algunos tóxicos

tenemos: plomo, cromo, zinc, mercurio, cianuro, ácidos, derivados del petróleo entre otros.

Metales pesados: poseen una densidad relativa del metal mayor de 4 ó 5, generalmente son tóxicos en altas concentraciones, algunos metales son: plata, bario, cobre, cadmio, magnesio, entre otros.

Gases: son producidos por la descomposición biológica de la materia orgánica y de la transferencia desde la atmósfera. Los gases presentes en las aguas residuales principalmente son: oxígeno disuelto, dióxido de carbono, metano, amoníaco y ácido sulfhídrico.

Análisis bacteriológicos

Las bacterias son seres microscópicos de vida unicelular. Existen en diferentes lugares, pero por lo general cada tipo en su ambiente natural y su presencia en otro medio es meramente accidental. El examen se hace para determinar el número de bacterias que pueden desarrollarse bajo condiciones comunes, así como detectar la presencia de bacterias del grupo intestinal, que en caso afirmativo, constituye un índice de que la contaminación es de origen fecal.

Grupo coliforme: los microorganismos patógenos existentes en las aguas residuales son mínimos y son difíciles de aislar o identificar, incluye todas las bacterias aerobias y facultativas anaerobias, por lo que se utiliza los microorganismos coliformes para indicar la presencia de organismos productores de alguna enfermedad. El ser humano arroja diariamente en sus excrementos entre 10^9 y 4×10^{11} coliformes, el exceso de éstos en el agua hacen que no sea apta para el consumo humano ni para la recreación.

3.4 Parámetros que deben cumplir toda descarga

Los parámetros de depuración mínima del agua residual a ser descargada en un cuerpo de agua son:

Tabla 3.5: Parámetros que debe cumplir toda descarga

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coliformes fecales	Nmp/100 ml	-	Remoción > al 99.9%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O. 5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Materia flotante	visibles	-	Ausencia
Nitrógeno total	N	mg/l	15
Sólidos sedimentables	-	mg/l	1,0
Sólidos suspendidos totales	-	mg/l	100
Sólidos totales	-	mg/l	1600
Potencial Hidrógeno	pH	-	5-9
Nitratos + Nitritos	expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Fosforo total	P	mg/l	10
Cloruros	Cl	mg/l	1000

Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA).

3.5 Criterios de diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales

Los criterios técnicos empleados para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, están basadas en lo establecido por la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT) NB-41/81.

Además se ha visto necesario considerar los siguientes criterios que serán utilizados al momento de escoger el tratamiento adecuado para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.

- Eficacia en la remoción de DBO, sólidos suspendidos, y materia microbológica.
- Protección y conservación de los recursos y medios naturales.
- Prevención contra la contaminación de las fuentes hídricas de la comunidad.
- Tecnología simple.
- Fácil operación.
- Costos de construcción y operación.

3.6 Tratamientos recomendados

Es de vital importancia saber seleccionar el tratamiento adecuado que se va a aplicar a las aguas residuales de acuerdo con las características físicas, químicas y biológicas que estas presenten, con la finalidad de eliminar contaminantes, optimizando todos los recursos que requiera, pero sin perder la eficacia y eficiencia del tratamiento para producir agua limpia reutilizable para el ambiente.

Un tratamiento para aguas residuales podrá ser ejecutado mediante combinaciones de distintos procesos que se clasifican en:

Tabla 3.6: Procesos de tratamiento de aguas residuales

PROCESOS DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES			
<p>TRATAMIENTO PRELIMINAR</p> <p>Remueven desechos de gran tamaño.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de rejas • Desmenuzadores mecánicos • Desarenadores • Tanques de remoción de aceites y grasas • Tamices o rejas finas 		
<p>TRATAMIENTO PRIMARIO</p> <p>Remueven materiales que se puedan sedimentar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tanques o fosas sépticas • Tanque Imhoff • Tanque de sedimentación simple y eliminación mecánica de lodos 		
<p>TRATAMIENTO SECUNDARIO</p> <p>Remueve las demandas biológicas de oxígeno y sustancias que no se sedimentaron.</p>	<p>Convencional (Biológico)</p>	Anaerobios	<ul style="list-style-type: none"> • Tanques sépticos • Lagunas anaerobias
		Aerobios	Clásicos
	Variantes económicas		<ul style="list-style-type: none"> • Lagunas de estabilización aerobias • Lagunas aireadas • Zanjas de oxidación
No Convencional (Natural)	<ul style="list-style-type: none"> • Lagunaje • Humedal 		
<p>TRATAMIENTO Terciario o Completo</p> <p>Remueve contaminantes como fósforo, minerales, virus, nitrógeno, compuestos orgánicos, entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ósmosis Inversa • Destilación • Adsorción • Filtración • Intercambio iónico • Precipitación 	<ul style="list-style-type: none"> • Electrodialisis • Coagulación • Remoción por espuma • Extracción por solvente • Oxidación química • Nitrificación – Denitrificación 	

Para dar el tratamiento adecuado a las aguas residuales de la comunidad de Tayuza según las características que estas tienen y de acuerdo con los criterios antes planteados, se ha seleccionado lo siguiente:

- Tratamiento preliminar: sistema de rejas.
- Tratamiento primario: fosa séptica de doble cámara.
- Tratamiento secundario: filtro biológico anaerobio.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA RED Y DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

4.1 Diseño y comprobación hidráulica de la red

4.1.1 Descripción de la red

El sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad de Tayuza, está diseñado sólo para recolectar aguas residuales de tipo doméstico, en este proyecto se realizó la evaluación y rediseño de la red existente y el diseño de la ampliación de los tramos en los que la comunidad todavía no cuenta con este servicio tomando en cuenta que estos tramos fueron considerados hasta donde la topografía lo permite.

4.1.2 Datos hidráulicos para la evaluación y ampliación de la red

Tabla 4.1: Parámetros de diseño

PARÁMETROS DE DISEÑO			
DATOS DE DISEÑO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR PARA HS
Población	N	habitantes	1686
Área total	A	Ha	30.99
Densidad	d	hab/Ha	54.41
Dotación media futura	Dmf	lt/hab/día	200
Factor aportación [0.7-0.8]	C	Qar/Qap	0.8
Velocidad máxima	V_{\max}	m/s	4
Velocidad mínima	V_{\min}	m/s	0.45
Máxima Altura/Diámetro	d/D	adim.	0.8
Caudal mínimo sanitario (inodoro)	q_m	l/seg	2.2
Diámetro mínimo de la tubería	D	mm	200
Rugosidad	n	adimensional	0.014
Caudal de Infiltración	Qinf	lit/seg/Km	1
Caudal de aguas ilícitas	Qilic	lit/hab/día	115

4.1.3 Resultados de la evaluación y ampliación de la red

La red de alcantarillado sanitario existente de la comunidad de Tayuza se encuentra funcionando correctamente, sin embargo se recomienda realizar un mantenimiento a

pozos y tuberías, sobre todo referente a limpieza para evitar cualquier tipo de taponamiento o rotura de los elementos del sistema por el material que pueda introducirse al ser la mayoría de calles de la comunidad de tierra. Los cálculos del rediseño y ampliación de la red de alcantarillado sanitario de la comunidad de Tayuza se encuentran en el anexo 3.

4.2 Evaluación de la planta de tratamiento existente

Para la evaluación de la planta de tratamiento existente, se consideró necesario tomar muestras de las aguas residuales que están entrando y saliendo de la planta para analizar los parámetros más importantes que se encuentran en éstas, con el fin de saber el estado actual de funcionamiento de la planta.

Los resultados que se obtuvieron en el análisis de las aguas residuales fueron los siguientes:

Tabla 4.2: Resultados de análisis de aguas residuales Tayuza

ANÁLISIS AGUAS RESIDUALES TAYUZA					
RESULTADOS					
PARÁMETROS	MÉTODO	FECHA REALIZACIÓN	UNIDAD	ENTRADA	SALIDA
DBO5	PEE/LS/FQ/01	13/11/2015	mg/l	43	10
		18/11/2015			
DQO	PEE/LS/FQ/06	13/11/2015	mg/l	61	51
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	17/11/2015	mg/l	2.23	0.59
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	SM 2540 F	13/11/2015	mg/l	0.1	0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	13/11/2015	mg/l	25	16
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	13/11/2015	mg/l	182	180
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	13/11/2015	NMP/100 ml	9.20E+05	1.60E+06
		15/11/2015			
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SM 9221 E	14/11/2015	NMP/100 ml	5.40E+05	1.60E+06
		16/11/2015			

Fuente: Laboratorio de saneamiento (ETAPA)

Al analizar los resultados se observa que los valores no se aproximan a los valores promedio de una concentración típica de aguas residuales domésticas, por lo que se presume que estas aguas podrían estar mezcladas con agua lluvia. Los coliformes muestran claramente un aumento a la salida de la planta, lo que indica que la misma no está haciendo su trabajo además de que al existir criaderos de animales cerca de la planta, se podrían estar contaminando las aguas por infiltración generando una mayor cantidad de coliformes.

Como conclusión se establece que la planta de tratamiento actual no cuenta con una fiabilidad que garantice su funcionamiento, por lo que se propone diseñar una nueva planta de tratamiento que garantice su funcionamiento considerando todos los problemas que están presentes en la planta actual. Basado en estas conclusiones y resultados del análisis de aguas residuales de la comunidad, se optó por utilizar para el diseño de la nueva planta de tratamiento los valores más representativos del agua residual afluyente al sistema de lagunas de estabilización de la ciudad de Cuenca, ubicado en el sector de Ucubamba, dicho sistema es manejado por la Empresa ETAPA EP.

Tabla 4.3: Valores promedio de la caracterización del agua residual al ingreso a las lagunas de estabilización de Ucubamba en el año 2012

Parámetros	Unidad	Valor promedio
DBO	mg/l	115
DQO	mg/l	280
Relación DQO/DBO	---	2.6
Sólidos en suspensión totales (SST)	mg/l	201
Sólidos sedimentables	mg/l	2.6
Coliformes fecales	NPM/100ml	1.3E+07
Coliformes totales	NPM/100ml	3.7E+07

Fuente: ETAPA

4.3 Diseño de la nueva planta de tratamiento

Los cálculos del sistema de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Tayuza se encuentran en el anexo 4.

Sistema de rejas

Tiene como objetivo proteger la planta de tratamiento de materiales y residuos de gran tamaño reteniéndolos en un sistema de barras o varillas paralelas.

Fosa séptica

Es un tanque anaerobio construido de hormigón armado o ciclópeo, tiene como finalidad almacenar todo el material sedimentable que contengan las aguas residuales durante un tiempo suficiente para que se produzca su descomposición. Principalmente está compuesta por una zona de entrada, una zona de sedimentación de lodos y una estructura de salida de las aguas tratadas. Para el diseño de la nueva planta de tratamiento, se ha propuesto una fosa séptica de doble cámara, la primera cámara funcionará como sedimentador del material presente en las aguas residuales así como de la digestión y almacenamiento del lodo producido en este proceso. La segunda cámara brindará una protección adicional a la primera de todo el material que pudo traspasar ésta, dándole una sedimentación y almacenamiento adicional al lodo.

DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA FOSA	
Ancho interno mínimo:	$b = 0,80\text{m}$
Profundidad útil mínima:	$h = 1,20\text{m}$
Relación largo/ancho:	$2 \leq L/b \leq 4$
El ancho interno no debe ser mayor que 2 veces la profundidad útil	
Ancho de cámara:	$b \leq L$
La relación de las longitudes de la cámara:	
	<ul style="list-style-type: none"> • $L_1 = 2/3 * L$ para Cámara N° 1 • $L_2 = 1/3 * L$ para Cámara N° 2
El orificio para el paso de las 2 cámaras debe estar ubicado a $2/3 h$	
Los bordes superiores de los orificios deben estar a una distancia de 0,30m debajo de la superficie del líquido	
El área de la sección transversal del orificio debe ser entre el 5 y 10% de la sección transversal útil	

Determinación de volumen

Según la Norma Brasileña NB-41/81, el volumen útil de una fosa séptica se puede determinar por la siguiente fórmula:

$$V = 1.30 \times N \times (C \times T + 100 \times Lf) \quad (16)$$

Dónde:

V = Volumen en litros.

N = Población al final del período de diseño.

C = Contribución de desechos por persona promedio en lt/hab/día.

T = Período de retención en días.

Lf= Contribución de lodos frescos en lt/hab/día.

DATOS PARA EL DISEÑO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Número de habitantes	N	Hab.	1686
Producción de aguas residuales por persona	C	lts/hab*día	160
Producción total de aguas residuales	CT	lts/día	269760
Tiempo de retención adoptado	T	días	0.50
Contribución de lodos frescos	Lf	lts/hab*día	1
Relación Largo/Ancho	L/b	adimensional	3
Profundidad de la fosa	h	m	2
Altura libre	hs	m	0.30

$$V = 1.30 \times 1686 \times (160 \times 0.50 + 100 \times 1)$$

$$V = 394524 \text{ lts}$$

$$V = 394.524 \text{ m}^3$$

Dimensiones calculadas de la fosa séptica:

DIMENSIONES DE LA FOSA				
VOLUMEN	VOLUMEN REAL	ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD
(m ³)	(m ³)	(m)	(m)	(m)
394.524	400	10	20	2

Longitudes de las cámaras:

$$L1 = \frac{2}{3}L = 13.00 \text{ m}$$

$$L2 = \frac{1}{3}L = 7.00 \text{ m}$$

Área de la sección transversal del orificio para el paso de las 2 cámaras: 10%

$$At = h \times b \times 10\% \quad (17)$$

$$At = 2.00 \text{ m}^2$$

$$a = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{borif} = \frac{At}{a} = 6.67 \text{ m}$$

Orificio para el paso de las 2 cámaras:

$$\text{horif} = \frac{2}{3}h = 1.30 \text{ m}$$

Eficiencia de remoción

La eficiencia de remoción de DBO y CF para este cálculo se asume en un 60.00%

En esta fase de remoción los sólidos suspendidos se mantienen.

Parámetros medios de la calidad del agua residual antes y después del tratamiento primario:

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor Afluente	Valor Efluente
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/lt	115	46
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/lt	201	201
Coliformes Fecales	CF	Cf/100ml	3.70E+07	1.48E+07

Filtro Biológico Anaerobio

Está constituido por un tanque con un sistema de lechos de grava u otros materiales resistentes sobre los cuales se vierten las aguas residuales anteriormente decantadas.

Los materiales que forman parte del lecho constituyen el soporte para el desarrollo de organismos anaerobios, que al ser puestos en contacto con las aguas residuales adhieren las bacterias que éstas poseen y las retienen.

Para este proyecto se ha propuesto un filtro biológico anaerobio de flujo horizontal por tener:

- Bajos costos en operación y mantenimiento.
- Complementa la remoción realizada por la fosa séptica al trabajar en conjunto.
- Alta eficiencia en remoción utilizando tecnología simple.
- Bajo consumo de energía al no requerir de oxígeno.
- Produce poca cantidad de lodos, y estos pueden ser utilizados directamente sobre cultivos de la zona.

DATOS PARA EL DISEÑO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Número de habitantes	N	Hab.	1866
Carga orgánica por habitante	Co	grDBO/día	30.00
Carga orgánica volumétrica	Lv	KgDBO/m ³ *día	0.30
Producción de aguas residuales por persona		lt/hab/día	160
Ancho cámaras inicial y final	b	m	2
Altura libre	hs	m	0.30
Altura del medio filtrante	hm	m	1.20

Carga orgánica del afluente

$$L = N \times Co \quad (18)$$

Dónde:

L = Carga orgánica del afluente en kgDBO/día.

N = Número de habitantes.

Co = Carga orgánica por habitante en grDBO/día.

$$L = \frac{1686 \times 30}{1000}$$

$$L = 50.58 \text{ kgDBO/día}$$

Volumen del filtro anaerobio

$$V = \frac{L}{L_v} \quad (19)$$

Dónde:

V= Volumen del filtro anaerobio en m³.

L= Carga orgánica del afluente en kgDBO/día.

L_v = Carga orgánica volumétrica en kgDBO/m³*día.

$$V = \frac{50.58}{0.30}$$

$$V = 168.60 \text{ m}^3$$

DIMENSIONES DEL FILTRO				
VOLUMEN NECESARIO	ANCHO B	LARGO L	PROFUNDIDAD H	VOLUMEN REAL
(m ³)	(m)	(m)	(m)	(m ³)
168.6	9	16	1.2	172.8

El lecho filtrante para este filtro biológico será grava de 1" o 1 ½"

Eficiencia de remoción

La eficiencia de remoción de DBO, SST y CF para este cálculo se asume en un 80.00%

Parámetros medios de la calidad del agua residual antes y después del tratamiento secundario:

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR AFLUENTE	VALOR EFLUENTE
Carga orgánica por habitante	CO _h	grDBO/(hab. día)	30.00	6
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/lt	46	9.20
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/lt	201	40.20
Coliformes Fecales	CF	cf/100ml	1.48E+07	2.96E+06

4.4 Análisis de impacto ambiental

Es importante realizar un análisis del impacto ambiental de este proyecto, ya que las actividades que se desarrollarán durante la construcción, funcionamiento y mantenimiento podrían producir alteraciones al medio ambiente.

4.4.1 Objetivos del análisis de impactos ambientales

Los objetivos del Análisis de Impactos ambientales para el sistema de alcantarillado sanitario de la Cabecera Parroquial de Tayuza son:

- Analizar el medio natural, en sus componentes físico, biótico y socioeconómico, con el fin de caracterizar los factores ambientales de la zona en estudio.
- Analizar las operaciones que se desarrollarán durante el proyecto, tanto en la etapa de construcción, operación y mantenimiento, para identificar los impactos que se generarán, su naturaleza, su persistencia y su magnitud en el espacio y en el tiempo.
- Valorizar los impactos identificados.
- Sugerir un Plan de Manejo Ambiental, a fin de implementar acciones para controlar, minimizar y atenuar los impactos ambientales.

4.4.2 Componentes ambientales

Los componentes ambientales son:

- Medio Abiótico.
- Medio Biótico.
- Medio Antrópico.

Las actividades que se vayan a desarrollar en la construcción deben ser evaluadas para determinar qué impacto se genera en cada uno de estos medios.

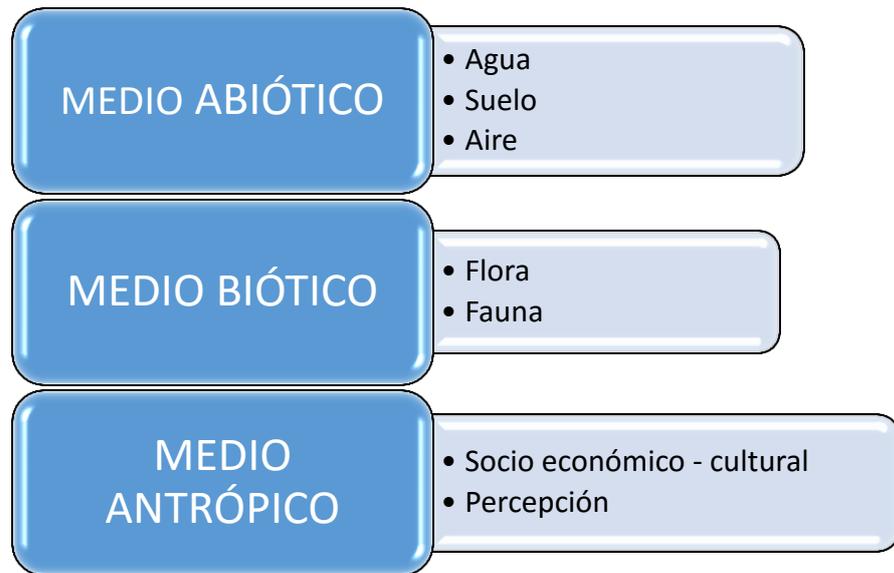


Figura 4.1: Componentes ambientales

4.4.3 Fases del proyecto

El Proyecto de Alcantarillado para la Cabecera Parroquial de Tayuza contemplará las siguientes fases:

1. Fase de construcción.
2. Fase de operación y mantenimiento.

4.4.4 Definición de los elementos ambientales

A continuación se indica los elementos y las características ambientales consideradas, su clasificación de acuerdo al componente y medio a los que pertenece y la definición de su inclusión en la caracterización ambiental, las que serán evaluadas durante las fases de construcción, operación y mantenimiento.

Tabla 4.4: Elementos ambientales

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	ELEMENTO AMBIENTAL	DEFINICIÓN	CÓDIGO
ABIÓTICO	Aire	Calidad de Aire	Variación de los niveles de emisión en el área del proyecto.	AB 1
		Nivel Sonoro	Variación presión en el área del proyecto.	AB 2
	Suelo	Características físico - mecánicas	Cambios en la textura, estructura, composición del suelo en el área del proyecto.	AB 3
		Destrucción de Suelos	Alteración de la calidad del suelo debido a la pérdida de la capa de suelo arable.	AB 4
		Erosión	Proceso de meteorización e intemperismo del suelo.	AB 5
		Permeabilidad	Pérdida de infiltración por disminución de porosidad en el suelo del área intervenida por el proyecto.	AB 6
	Agua	Calidad del Agua	Alteración de los parámetros de calidad del agua subterránea principalmente en la etapa de operación.	AB 7

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	ELEMENTO AMBIENTAL	DEFINICIÓN	CÓDIGO
BIÓTICO	Flora	Árboles, arbustos	Pérdida de los remanentes de árboles que actualmente existen en la zona del proyecto.	B 1
	Fauna	Terrestre y acuática	Afectación a las especies de fauna aves, peces en general que ante la implantación del proyecto emigrarán a zonas aledañas al mismo.	B 2

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	ELEMENTO AMBIENTAL	DEFINICIÓN	CÓDIGO
ANTRÓPICO	Recursos Humanos	Calidad de Vida	Interferencia en los aspectos de salud, económica, ecológica y de conservación del medio ambiente de la población.	AN 1
		Seguridad Laboral	Afectación a la seguridad del personal involucrado en el manejo y operación.	AN 2
		Tranquilidad y armonía	Alteración derivada de la ejecución del proyecto evidenciada por efecto del ruido, olores, emanación de gases a la atmósfera.	AN 3
		Suspensión de servicios básicos	Afectación a la calidad de vida por acciones del proyecto y relacionada directamente con la suspensión de los servicios básicos.	AN 4
	Economía	Generación de empleo	Variación de la capacidad de la población económicamente activa en las diferentes actividades productivas directas e indirectas generadas por el proyecto.	AN 5
		Valor del suelo	Variación del costo real del suelo en función de la oferta y demanda debido a la ejecución del proyecto.	AN 6
	Infraestructura	Red Vial	Interferencia con el sistema vial existente	AN 7
	Percepción	Paisaje	Alteración del paisaje actual, especialmente en el área de influencia del proyecto.	AN 8
		Morfología	Alteración del relieve actual	AN 9

4.4.4.1 Acciones ambientales a ser analizadas

Para la realización del análisis de Impactos Ambientales, se ha conformado un registro de acciones principales ocasionadas por el proyecto en sus fases de

construcción, operación y mantenimiento, de tal manera que sean lo más representativas para el estudio. A continuación citaremos en las siguientes tablas las acciones consideradas y su definición para las fases de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, respectivamente.

4.4.4.2 Acciones consideradas en la fase de construcción

Tabla 4.5: Acciones consideradas en la fase de construcción

ACCIÓN	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Replanteo y nivelación	FC 1	Visita y mediciones de campo para definir el trazado del proyecto
Desbroce y limpieza del terreno para el proyecto	FC 2	Comprende el levantamiento de la capa vegetal en el área del proyecto a fin de permitir el replanteo y nivelación así como la construcción de las obras de infraestructura para el proyecto.
Movimiento de maquinaria y equipos	FC 3	Comprende el movimiento o trabajo de la maquinaria y los equipos que intervendrán en la ejecución de los diferentes trabajos previstos para el proyecto.
Excavaciones para tendido de tuberías	FC 4	Comprende los trabajos de excavación para el tendido de la matriz, pozos, etc. para la construcción del proyecto.
Desalojo de tierras, escombros y otros materiales	FC 5	Comprende todo el trabajo de desalojo de tierra, escombros y otros materiales conforme a los trabajos realizados en todas las etapas para la implementación de todo el proyecto.
Provisión de materiales para la construcción del proyecto	FC 6	Se refiere a la acción de transportar los diversos materiales desde su punto de origen al sitio de los trabajos para la implementación del proyecto.
Preparación de materiales para la ejecución del proyecto	FC 7	Se refiere a la preparación de materiales especialmente hormigón necesario para la construcción de pozos, planta de tratamiento, descargas y mejoramiento vial.
Colocación de tuberías para el sistema de alcantarillado sanitario	FC 8	Hace mención a la Construcción de las instalaciones respectivas para cubrir las diferentes áreas del sistema de alcantarillado.
Relleno y compactación de zanjas	FC 9	Consiste en el tapado y compactado de zanjas en las cuales irán las tuberías que conducirán las aguas del alcantarillado sanitario
Acabados de la obra en general	FC 10	Es la conformación de todo lo necesario para la terminación del proyecto en lo referente al alcantarillado sanitario

4.4.4.3 Acciones consideradas en la fase de operación y mantenimiento

Tabla 4.6: Acciones consideradas en la fase de operación y mantenimiento

ACCIÓN	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario	FOM 1	Comprenden las acciones involucradas en el mantenimiento de toda la infraestructura que comprende el proyecto del sistema de alcantarillado pluvial
Generación de vertidos sólidos y líquidos	FOM 2	Se refiere a la generación de desechos sólidos y líquidos.

4.4.5 Identificación de los impactos ambientales

A continuación se analizarán los impactos producidos por las acciones consideradas, sobre los diferentes componentes de los medios.

4.4.5.1 Medio abiótico

Aire.- Se caracteriza por la calidad del aire y el nivel sonoro.

Fase de construcción

En la fase de construcción el componente calidad del aire, debido a las acciones de movimiento de maquinaria y equipos; excavación para tendido de redes de alcantarillado, desalojo de escombros y otros materiales, provisión de materiales, preparación de materiales, rellenos y compactaciones, provocarán impactos ya que la maquinaria empleada para estas actividades generarán vapores tóxicos, polvo o malos olores.

El nivel sonoro, se verá afectado por el ruido y vibraciones que producen la maquinaria empleada en las diferentes actividades a desarrollarse como son: la excavación para tendido de redes de alcantarillado, desalojo de escombros y otros materiales, provisión de materiales, preparación de materiales, rellenos y compactaciones y acabado de la obra en general.

Fase de operación y mantenimiento

Las acciones consideradas para esta fase, como son la generación de desechos sólidos, no afectarán mayormente el nivel sonoro, pero para el componente calidad de aire, por el hecho de tener una planta de tratamiento, si se afectará, para lo cual requerirá un programa para evitar los malos olores.

Suelo.- El componente suelo se lo caracteriza con los siguientes elementos ambientales: características físico-mecánicas, destrucción de suelos, erosión y permeabilidad.

Fase de construcción

Las características físico mecánicas, destrucción de suelos, erosión y la permeabilidad se verán afectadas de manera despreciable por los trabajos desbroce, limpieza del terreno, movimiento de maquinaria y equipos; excavación para tendido de redes de alcantarillado, desalojo de escombros y otros materiales, provisión de materiales, preparación de materiales, rellenos y compactaciones y acabados de la obra en general ya que estos se desarrollarán en las vías existentes de la cabecera parroquial.

Fase de operación y mantenimiento

Durante esta fase, el componente suelo no se verá afectado por las actividades planteadas en esta fase, debido a que las descargas se lo harán directamente a fuentes superficiales de agua en movimiento.

Agua.- El componente agua se encuentra caracterizado por el elemento ambiental calidad de agua.

Fase de construcción

La calidad del agua se verá afectada por las acciones, excavaciones para el tendido de redes de alcantarillado, preparación de materiales, rellenos y compactaciones en vista que pueden existir aguas subterráneas.

Fase de operación y mantenimiento

Al ser un sistema de alcantarillado sanitario, la descarga se lo realizará en un río, lo cual generará impactos fuertes, razón por la cual deben realizarse tratamientos de las aguas servidas antes de ser vertidos en el río, es por eso que la planta de tratamiento debe ser diseñada para evitar estos impactos negativos.

4.4.5.2 Medio biótico

Flora.- El componente Flora se encuentra caracterizado por el elemento ambiental árboles y arbustos.

Fase de construcción

En la fase de construcción las acciones consideradas son: desbroce y limpieza del terreno, las excavaciones para tendido de redes de alcantarillado, el desalojo de escombros, tierras y otros, la preparación de materiales, generarán impactos pero de carácter despreciable en vista que estas actividades se desarrollarán en las vías de la comunidad.

Fase de operación y mantenimiento

Debido a que en la fase de construcción se analiza la somera intervención a la flora del área circundante al proyecto, por tal motivo dentro de la etapa operativa no se generará ningún tipo de impactos directamente relacionados a la alteración de árboles y arbustos.

Fauna.- El componente fauna se encuentra caracterizado por el elemento ambiental fauna terrestre y acuática.

Fase de construcción

Las acciones consideradas: desbroce y limpieza del terreno, las excavaciones para la implementación de las tuberías, la preparación de materiales generarán impactos de carácter despreciable sobre la fauna terrestre y acuática, pues estos trabajos se desarrollarán en las vías de la comunidad.

Fase de operación y mantenimiento

En la fase de operación se presentará impactos en la fauna acuática en vista que las aguas servidas serán vertidas en un río, previo ingreso en la planta de tratamiento, es por eso que debe utilizar un tratamiento eficaz en la planta.

4.4.5.3 Medio antrópico

Recursos humanos.- El componente recursos humanos ha sido caracterizado por los elementos: calidad de vida; tranquilidad y armonía de la población; seguridad laboral, suspensión de servicios básicos.

Fase de construcción

Las diferentes acciones consideradas generarán únicamente impactos negativos de carácter despreciable sobre los elementos ambientales señalados anteriormente; lo cual es comprensible si se considera que el proyecto se implantará sobre una zona que presenta localidades de bajo índice poblacional y presenta también terrenos sin presencia considerable de asentamientos humanos dentro del área de influencia directa del proyecto.

Fase de operación y mantenimiento

Durante esta fase se identifica impactos considerados como despreciables, por las mencionadas actividades sobre los diversos elementos ambientales.

Economía.- Los aspectos socioeconómicos se encuentran caracterizados por los siguientes elementos ambientales: generación de empleo y valor del suelo.

Fase de construcción

Las acciones consideradas durante la fase de construcción no generarán un impacto negativo. Se generarán impactos de ponderación positiva sobre el elemento ambiental generación de empleo, en vista que la población podrá trabajar en la zona lo cual ayudará a la situación económica de los pobladores de la misma.

Fase de operación y mantenimiento

Las actividades contempladas en esta etapa generarán impactos positivos sobre el factor citado (generación de empleo), ya que por el concepto del proyecto estas serán beneficiosas para el área de influencia directa del mismo.

Infraestructura.- La infraestructura del área de influencia del proyecto ha sido caracterizada por la red vial.

Fase de construcción

El desalojo de escombros, tierra, y otros, la provisión y preparación de materiales para la construcción generan impactos negativos sobre la red vial debido a que en todas estas actividades es necesario el uso de vehículos y maquinaria, sin embargo por la magnitud del proyecto es probable que sean irrelevantes, ya que el flujo vehicular que se genere producto de las mismas será mínimo.

Fase de operación y mantenimiento

En cuanto a las afectaciones a la red vial se ha detectado que no se producirán impactos por actividades de mantenimiento y limpieza del sistema, así como por gestiones o labores administrativas y operativas.

Percepción.- El componente perceptual se halla caracterizado por: paisaje y morfología.

Fase de construcción

Las diferentes acciones consideradas en esta fase, únicamente generarán impactos negativos despreciables sobre el paisaje, lo cual es comprensible si se considera que el proyecto se implantará sobre una zona que ya presenta intervención, sin embargo se destaca en las acciones desbroce y limpieza del terreno, el movimiento de equipos y maquinaria, la excavación para tendido de tuberías, el desalojo de tierras producto de excavaciones, la provisión y preparación de materiales y rellenos y compactaciones generarán impactos despreciables. La morfología se verá afectada por el desbroce y limpieza del terreno, excavación para tendido de tuberías, desalojo de escombros, tierra y otros materiales, para la implementación del alcantarillado.

Las demás acciones consideradas en la fase de construcción, no generarán impactos negativos sobre los mencionados factores ambientales.

Fase de operación y mantenimiento

Durante la fase de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado, así como las actividades operativas y administrativas no generarán ningún impacto sobre la zona de influencia del proyecto.

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Presupuesto

Es un cálculo estimado de lo que puede costar la ejecución del proyecto, en donde se detallan cada uno de los rubros que lo conforman, este costo está en función de los precios unitarios considerados en el proyecto, además de las cantidades de obra a ejecutar. El presupuesto de este proyecto fue elaborado en el programa Interpro y se muestra en el anexo 5.

5.2 Análisis de precios unitarios

Un precio unitario se define como el costo total por unidad a ejecutar en el proyecto, este costo está compuesto por costos directos y costos indirectos.

5.2.1 Costos directos

Son los costos que están involucrados directamente en la ejecución del proyecto, es decir los costos por mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

5.2.2 Costos indirectos

Son los costos que no están involucrados directamente en el proyecto pero que son necesarios para poder ejecutarlo, generalmente estos costos hacen referencia a gastos administrativos y de oficina. Para este proyecto se asumió como costos indirectos un 24% del costo total del precio unitario.

Los precios unitarios fueron elaborados en base a presupuestos realizados por ETAPA EP de la ciudad de Cuenca, el G.A.D. Municipal del Cantón Santiago, y el G.A.D. Municipal del Cantón Huamboya perteneciente a la provincia de Morona Santiago. El análisis de precios unitarios de este proyecto se muestra en el anexo 5.

5.3 Especificaciones técnicas

Disposiciones Generales

Las especificaciones técnicas que se describen servirán de guía para la elaboración de ofertas técnico económicas y posterior construcción de la obra civil, dichas especificaciones para alcantarillado son tomadas de la Empresa Pública ETAPA de la ciudad de Cuenca. Las especificaciones técnicas del proyecto se muestran en el anexo 6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- La finalidad principal de este proyecto fue evaluar y rediseñar la red del sistema existente, así como realizar los diseños para la ampliación de la red de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales del Centro Parroquial de Tayuza, que garantice su funcionalidad, sin generar ningún tipo de contaminación ambiental y riesgo a la salud de sus habitantes.
- En la red de alcantarillado sanitario actual se pudo observar que está funcionando con normalidad por lo que no se realizará ninguna modificación en los elementos que componen la red.
- La planta de tratamiento de aguas residuales actual no demuestra fiabilidad al realizar una evaluación, por lo que se optó por diseñar una nueva planta cumpliendo todas las normas establecidas, además de garantizar su funcionalidad.
- Los diseños de la red de alcantarillado se ajustan a las normas establecidas por La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias, el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (Ex IEOS), así como del Instituto Ecuatoriano de Normalización (CPE INEN 5 parte 9-1), además de algunos criterios dados por otras instituciones públicas, como el caso de ETAPA EP. El diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se ajusta a las normas establecidas por la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT) NB-41/81.
- Se elaboró el presupuesto y las especificaciones técnicas del proyecto, lo que posibilita a la entidad competente disponer de todos los documentos técnicos necesarios para la construcción de este proyecto.

Recomendaciones:

- Concientizar a los habitantes de la comunidad sobre la importancia de una adecuada conducción y tratamiento de aguas servidas.
- La mayoría de calles de la comunidad son de tierra y generan residuos de material que puede taponar los elementos hidráulicos de la red, se recomienda realizar mantenimientos, por lo menos dos veces durante el año, a pozos y tuberías.
- Realizar un mantenimiento a la planta de tratamiento de aguas residuales, por lo menos dos veces por año, para garantizar su vida útil.
- Tener un control y seguimiento a las conexiones clandestinas y erróneas ya que pueden provocar daños a la red.
- Poner en consideración del contratista todos los criterios aplicados en los diseños, para evitar cualquier contrariedad al momento de ejecutar el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas

- Córdova Andrade, P., & Cárdenas Amaya, K. (2013). Plan de Ordenamiento Territorial de la Cabecera Parroquial de Tayuza. Cuenca.
- CPE INEN 5 Parte 9-1. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes PARTE 9-1 (1era ed.). Quito.
- Espinoza, G. (2001). Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Santiago.
- ETAPA. (2015). Especificaciones Técnicas para alcantarillado. Cuenca.
- EX IEOS. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.
- López Cualla, R. A. (2003). Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- OPS/CEPIS/05.169. (2005). Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 73.
- TULSMA Legislación Secundaria Medio Ambiente. (-). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes:recurso agua libro VI anexo 1.

Referencias Electrónicas

- ABNT-7229, A. B. (1992). Proyecto, construcción y operación de sistemas de tanques sépticos. Recuperado el Septiembre de 2015, de <http://www.ct.ufpb.br/~elis/SaneamentoAmbiental/ABNTNBR7229.pdf>
- Ayala Durán, C. (2008). Manual para el diseño de unidades de tipo biológico en plantas de tratamiento de aguas residuales en el Salvador. Recuperado el Septiembre de 2015, de <http://ri.ues.edu.sv/4197/1/Manual%20para%20el%20diseño%20de%20unidades%20de%20tipo%20biológico%20en%20plantas%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20domésticas%20en%20El%20Salvador.pdf>
- Capa Valle, A. (2009). Monitoreo, rediseño y optimización de la red de agua potable, alcantarillado y diseño hidraulico de la UTPL extension Zamora y Cariamanga y realizar el manual para instalaciones hidrosanitarias. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1478/3/Angel.pdf>
- INEC. (Censo 2010). Ecuador en cifras. Recuperado el Julio de 2015, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-cantonal/>

Valencia López, A. (2013). Diseño de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis- Provincia de Chimborazo. Recuperado el Agosto de 2015, de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/236T0084.pdf>

Viteri Salán, L. (2012). Estudio del sistema de alcantarillado sanitario para la evaluación de las aguas residuales en el caserío el placer de la Parroquia Río Verde de la Provincia de Tungurahua. Recuperado el Agosto de 2015, de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3790/1/TESIS%20FINAL.pdf>