

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR
CÉNTRICO DE LA PARROQUIA DE ASCÁZUBI**

Previa a la obtención de Grado Académico o Título de:

INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

MIRELA ELIZABETH CRUZ RODRÍGUEZ

SANGOLQUI, JULIO 2012

EXTRACTO/ABSTRACT

El presente proyecto de grado se detalla el diseño del sistema de alcantarillado combinado del sector céntrico de la parroquia de Ascázubi, cantón Cayambe, provincia Pichincha. Para iniciar con el estudio se realizó varios recorridos de campo con el fin de identificar las características físicas de la zona y analizar el estado actual del sistema de alcantarillado; y así determinar el área de influencia del proyecto.

Una vez establecida el área de intervención del proyecto se procedió a establecer los parámetros de diseño que se asumirá, basándose en las normas de diseño vigentes en el país. Para realizar el cálculo hidráulico de las redes de alcantarillado propuestas se empleó el software Bentley Sewer CAD v5.6, el cual nos entregó los correspondientes resultados hidráulicos.

Como todo sistema de alcantarillado requiere un tratamiento de aguas residuales antes de la descarga, se propone un tratamiento compuesto de un tanque séptico más un filtro anaerobio de flujo ascendente; estructura que es adecuada para poblaciones rurales.

La ejecución de todo proyecto civil genera un impacto en el medio ambiente, por ello se plantea un estudio de impacto ambiental con sus respectivas medidas de acción y mitigación.

Por último, en el proyecto se incluye un presupuesto referencial del costo y las especificaciones técnicas que deberán considerarse al momento de llevar a cabo la construcción del proyecto.

This project details the design level of the combined sewer system central sector of the parish of Ascázubi Region Cayambe, Pichincha Province. To start with the study was conducted several field trips in order to identify the physical characteristics of the area and analyze the current state of the sewerage system, and determine the area of influence.

Once established the project intervention area proceeded to establish the design parameters that will be assumed, based on existing design standards in the country. To

calculate hydraulic proposed sewer networks was used Bentley Sewer CAD v5.6 software, which gave us the appropriate hydraulic performance.

Like any sewage system requires treatment of wastewater before discharge, we propose a treatment consisting of a septic tank plus an upflow anaerobic filter, the structure which is suitable for rural populations.

The execution of all civil projects has an impact on the environment; this poses an environmental impact study their actions and mitigation measures.

Finally, the proposed budget includes a benchmark of cost and technical specifications to be considered when carrying out the construction of the project.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. **MIRELA ELIZABETH CRUZ RODRÍGUEZ**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**

Sangolquí, Julio 2012

ING. MIGUEL ARAQUE
DIRECTOR

ING. EDGAR CARVAJAL
CODIRECTOR

REVISADO POR

DR. MARIO LOZADA
RESPONSABLE ACADÉMICO

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado con mucho cariño y afecto a mi Dios, por darme cada amanecer el privilegio de la vida. A mis Padres, por enseñarme que con sacrificio y perseverancia puedo conseguir todo lo que me proponga.

AGRADECIMIENTO

Quiero dar las gracias a Dios por haber estado junto a mí durante toda la formación académica, dándome fuerzas para seguir adelante y no dejándome vencer por las adversidades. Por ser mi amigo fiel, que me ha escuchado y comprendido todas mis dudas y me ayudado a encontrar la luz al final del camino.

A mis queridos Padres, por conducirme por el camino correcto e inculcarme los valores éticos y morales que me han ayudado a discernir entre lo bueno y lo malo.

A mis Hermanos, por el apoyo incondicional que han brindado en los momentos difíciles y por la paciencia que siempre me han demostrado.

Al Ing. Miguel Araque y al Ing. Edgar Carvajal, director y codirector del proyecto, por compartirme sus conocimientos y ofrecerme su valioso tiempo para la elaboración de este proyecto.

A mis compañeros de la Universidad, quienes siempre me demostraron respeto y confianza; y juntos hemos dado el primer paso para el inicio de una carrera profesional llena retos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

EXTRACTO/ABSTRACT	II
CERTIFICACIÓN	IV
LISTADO DE TABLAS	X
LISTADO DE FIGURAS	XI
LISTADO DE ANEXOS	XII
NOMENCLATURA UTILIZADA	XIII

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	15
1.1 ANTECEDENTES.....	15
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	15
1.3 OBJETIVO	15
1.4 ASPECTOS FÍSICOS.....	16
1.4.1 Ubicación Geográfica.....	16
1.4.2 Población actual.....	17
1.4.3 Área de influencia	18
1.4.4 Topografía y Relieve.....	21
1.4.5 Servicios e infraestructura existente.....	21
1.5 ASPECTO NATURALES.....	26
1.5.1 Clima	26
1.5.2 Precipitación.....	26
1.6 ASPECTOS SOCIECONÓMICO	28

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA EXISTENTE.....	29
2.1 DATOS GENERALES RECOPIADOS.....	29

2.2 CATASTRO DE LAS RED SANITARIA EXISTENTE	33
2.3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL SISTEMA	34
CAPÍTULO III	
PARÁMETROS DE DISEÑO	35
3.1 PERÍODO DE DISEÑO	35
3.2 POBLACIÓN DE DISEÑO	35
3.2.1 Métodos matemáticos para calcular la población futura	36
3.3 DOTACIÓN DE AGUA POTABLE	43
3.4 CAUDAL DE DISEÑO	43
3.4.1 Caudal de aguas servidas (Q_s)	44
3.4.2 Caudal pluvial (Q_p)	47
CAPÍTULO IV	
FUNDAMENTOS HIDRÁULICOS DE LAS ALCANTARILLAS	53
4.1 HIDRÁULICA DE LOS CONDUCTOS	53
4.1.1 Relaciones Hidráulicas Fundamentales	54
4.1.2 Capacidad a utilizarse	56
4.1.3 Velocidades en los conductos	56
4.1.4 Pendiente	57
CAPÍTULO V	
DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO	59
5.1 DISEÑO GEOMÉTRICO - TRAZADO DE LA RED	59
5.1.1 Trazado de Ejes y Medición de longitudes	59
5.1.2 Ubicación de los pozos de revisión	59
5.1.3 Áreas tributarias	60
5.1.4 Numeración de pozos de revisión	61
5.1.5 Cotas de los pozos de revisión	61

5.2 ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS	62
5.2.1 Coeficiente de rugosidad	62
5.2.2 Diámetros y secciones de las tuberías	62
5.2.3 Profundidades y ubicación	63
5.3 MODELO HIDRÁULICO	65

CAPÍTULO VI

DESCARGA Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS.....	77
6.1 DERIVADORES DE CAUDAL.....	77
6.1.1 Diseño	78
6.1.2 Factor de dilución en interceptor	79
6.2 ESTRUCTURA DE DESCARGA.....	80
6.2.1 Descarga con dissipador de impacto	80
6.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	81
6.3.1 Introducción.....	81
6.3.2 Campaña de muestreo de las aguas servidas.....	81
6.3.3 Descripción del sistema de tratamiento Tanque Séptico - FAFA.....	82
6.3.4 Proceso de funcionamiento	86
6.4 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA	86
6.4.1 Datos de entrada.....	86
6.4.2 Diseño del tanque séptico	87
6.4.3 Diseño del filtro anaerobio de flujo ascendente	89
6.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	90
6.5.1 Operación y Mantenimiento del tanque séptico	90
6.5.2 Operación y Mantenimiento del Filtro Anaerobio	92

CAPITULO VII

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	93
---	-----------

7.1 OBJETIVOS.....	93
7.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	93
7.2.1 Factores ambientales a ser evaluados.....	94
7.2.2 Metodología de Evaluación	97
7.2.3 Descripción de afecciones al ambiente	101
7.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	102
CAPITULO VIII	
EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	105
8.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	105
8.2 PRESUPUESTO.....	105
CAPITULO IX	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
9.1 CONCLUSIONES.....	109
9.2 RECOMENDACIONES.....	111
ANEXOS.....	113

LISTADO DE TABLAS

- Tabla 1.1 Población por sexo y grupos de edad
- Tabla 1.2 Análisis de la oferta y demanda de Agua Potable
- Tabla 1.3 Instituciones educativas en Ascázubi
- Tabla 1.4 Información estación meteorológica
- Tabla 1.5. Precipitación media mensual
- Tabla 2.1. Catastro de las redes sanitarias existentes
- Tabla 3.1 Población de Ascázubi, según censo de población INEC
- Tabla 3.2 Media ponderada de la tasa de variación poblacional aritmética
- Tabla 3.3 Media ponderada de la tasa de crecimiento geométrica
- Tabla 3.4 Coeficiente de correlación para curvas de crecimiento poblacional
- Tabla 3.5 Valores del coeficiente de escurrimiento C
- Tabla 3.6 Valores de Intensidad diaria $I_{d_{TR}}$ para la zona del proyecto
- Tabla 3.7 Valores de Intensidad máxima para determinados períodos de retorno y duración de lluvias
- Tabla 4.1 Velocidad máxima para diferentes materiales
- Tabla 5.1 Diámetros de tuberías de PVC corrugadas para alcantarillado
- Tabla 6.1 Análisis de aguas residuales de Ascázubi
- Tabla 6.2 Valores típicos de remoción
- Tabla 6.3 Tiempo de retención
- Tabla 7.1. Análisis de los factores ambientales
- Tabla 7.2. Acciones del proyecto durante la etapa de construcción
- Tabla 7.3. Acciones del proyecto durante la fase de O&M
- Tabla 7.4 Valoración de magnitud e importancia del impacto ambiental
- Tabla 7.5 Categorización de impactos en la fase de construcción
- Tabla 7.6 Categorización de impactos en la fase O&M

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa de localización de la parroquia de Ascázubi

Figura 1.2. Vista de Antigua Iglesia de la Parroquia

Figura 1.3. Diagrama de la población de Ascázubi

Figura 1.4. Área de influencia de la red de alcantarillado N°1

Figura 1.5. Área de influencia de la red de alcantarillado N°2

Figura 1.6. Vía de acceso a la parroquia

Figura 1.7. Canal de Riego El Pisque

Figura 1.8 Histograma Precipitación Media Mensual

Figura 2.1 Hundimientos en la calle Eloy Alfaro

Figura 2.2 Tubería para conducción de agua de riego y compuerta para control

Figura 2.4 Planta de tratamiento

Figura 3.1 Gráfico de dispersión de la población de Ascázubi según censos

Figura 3.2 Correlación lineal

Figura 3.3 Correlación exponencial

Figura 3.4 Correlación parabólica

Figura 3.1 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) para Ascázubi

Figura 4.1 Esquema de trabajo de tuberías

Figura 5.1 Ejemplo de áreas de tributaria

Figura 5.2 Ejemplo de numeración de pozos

Figura 5.3 Esquema de profundidad de la tubería

Figura 5.4 Esquema de ubicación de las tuberías

Figura 6.1 Esquema de la estructura de derivación de orificio lateral

Figura 6.2 Esquema de la estructura de descarga con dissipador de impacto

Figura 6.3 Esquema de Tanque séptico con filtro anaerobio

Figura 6.4 Filtro anaerobio de flujo ascendente

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A: Cálculo hidráulico de redes

ANEXO B: Matriz de Leopold - Valoración del impacto ambiental

ANEXO C: Diseño hidráulico del sistema de tratamiento de aguas servidas

ANEXO D: Diseño estructural del sistema de tratamiento de aguas servidas

ANEXO E: Análisis de precios unitarios (APU)

ANEXO F: Especificaciones técnicas

ANEXO G: Planos

NOMENCLATURA UTILIZADA

- Pf:** Población al final de período de diseño
- n:** Período comprendido entre el último censo considerado y el último año del período de diseño
- m:** Período entre los censos P1 y Po
- Ka:** Tasa de variación poblacional
- Po:** Población presente
- r:** Tasa de crecimiento o índice de crecimiento
- Δt :** Número de años entre el último censo y el último año del período de diseño
- ρ :** Densidad Poblacional
-
- Q_d :** Caudal de diseño (l/s)
-
- Q_s :** Caudal sanitario máximo (l/s)
- P_p :** Población proyectada
- f :** Porcentaje de retorno
- Dot_{futura}:** Dotación futura (l/hab/día)
- M:** Coeficiente de simultaneidad o mayoración
- Q_{iii} :** Caudal de aguas ilícitas (l/s)
- Dot:** Dotación esperada al final del período de diseño
- Dot_{actual}:** Dotación actual
- ΔQ :** Incremento de la dotación
- n :** Período de diseño
- Q:** Caudal medio diario de aguas servidas por consumo de agua potable (l/s)
-
- Q_p :** Caudal pluvial (l/s)
- C:** Coeficiente de escurrimiento (adimensional)
- A:** Área de drenaje (Ha)
- I:** Intensidad de lluvia para una duración de lluvias, igual al tiempo de concentración del área en estudio (mm/h)
- I_{TR} :** Intensidad de precipitación para cualquier período de retorno en mm/h
- I_{dTR} :** Intensidad diaria para un período de retorno dado en mm/h

- TR:** Período de retorno
- t:** Período de duración de la lluvia en minutos
- t1:** Tiempo que requiere la escorrentía hasta llegar a la entrada del sumidero, el inicial mínimo se considera 12 min
- t2:** Tiempo que tarda el agua en recorrer un tramo determinado de colector
-
- V:** Velocidad media del flujo (m/s)
- n:** Coeficiente de rugosidad de Manning
- R:** Radio Hidráulico (m)
- J:** Pendiente de la solera del tubo (m/m)
- A:** Área de la sección mojada (m^2)
- P:** Perímetro de la sección mojada (m)
- q:** Caudal de la tubería parcialmente llena (m^3/s)
- v:** Velocidad de la tubería parcialmente llena (m/s)
- a:** Área de la sección de la tubería parcialmente llena (m^2)
- r:** Radio Hidráulico de la tubería parcialmente llena (m)
- j:** Pendiente de la tubería parcialmente llena (m/m)
- Q:** Caudal de la tubería llena (m^3/s)
- R:** Radio Hidráulico de la tubería llena (m)
- I:** Pendiente de gradiente hidráulico de la tubería llena (m/m)
- A:** Área de la sección de la tubería llena (m^2)
-
- N:** Número de contribuyentes diario
- C:** Contribución de aguas servidas
- Q_d:** Caudal de diseño
- t_r:** Tiempo de retención del tanque séptico
- V_s:** Volumen del tanque séptico m^3
- t_{acum}:** Tasa de acumulación de lodos por persona
- h_t:** Altura del tanque séptico
- L_s/b_s:** Relación largo / ancho del tanque séptico
- L₁:** Longitud de la primera cámara del tanque séptico
- L₂:** Longitud de la segunda cámara del tanque séptico
- t_f:** Tiempo de retención del filtro anaerobio
- h_f:** Altura del filtro anaerobio
- L_f/b_f:** Relación largo / ancho del filtro

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

En referencia al oficio N° 0101-G-EMAPAAC, la Empresa Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Aseo de Cayambe EMAPAAC, con autorización del Ing. Diego Bonifaz, ex alcalde del cantón Cayambe, ha previsto la necesidad de realizar el estudio integral del sistema de alcantarillado de la Parroquia de Ascázubi.

Siendo el objetivo principal del Ilustre Municipio de Cayambe, el atender las necesidades de sus parroquias en disposición de desechos líquidos y sólidos, ha creído conveniente auspiciar para que se realice como proyecto de grado los estudios y diseños del proyecto, sustentado en criterios técnicos reales y ajustados a la realidad socioeconómica.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la red de alcantarillado de la Parroquia de Ascázubi ha cumplido el período para el cual fue diseñado, por lo tanto los materiales han empezado a fallar, dando como resultado tramos de la red colapsados. Esto ha generado molestias en la población debido a que las aguas servidas se desbordan frecuentemente.

1.3 OBJETIVO

Diseñar el sistema de alcantarillado combinado del sector céntrico de la Parroquia de Ascázubi, cantón Cayambe, provincia de Pichincha, que sea, técnicamente realizable y económicamente factible, que permita recolectar,

conducir, tratar y descargar las aguas servidas y pluviales del sector, para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes que, actualmente, cuentan con un sistema deficiente y en mal estado.

1.4 ASPECTOS FÍSICOS

1.4.1 Ubicación Geográfica

El proyecto se encuentra ubicado en la parroquia de Ascázubi, perteneciente al cantón Cayambe, provincia de Pichincha. Está ubicada aproximadamente 31 Km al sur de la ciudad de Cayambe y 50 Km al nororiente de la ciudad de Quito. Según el Sistema de Posicionamiento Global se sitúa a $78^{\circ} 17' 21''$ de longitud Oeste, y $0^{\circ} 04' 52''$ de latitud Sur,



Figura 1.1. Mapa de localización de la parroquia de Ascázubi

Su situación geográfica es la siguiente:

Al sur del cantón Cayambe, limitada por el Norte, con la comuna San Vicente perteneciente a Guayllabamba y continuando hacia el Oriente con la parroquia de Santa Rosa de Cusubamba; al Sur limitada con la parroquia El Quinche; al Oriente con Cangahua y parte del Quinche; al Occidente con la parroquia de Guayllabamba.

Según la división política la parroquia tiene un área total de 420 Ha, pero únicamente 380 Ha son destinadas para asentamientos poblacionales.



Figura 1.2. Vista de Antigua Iglesia de la Parroquia

1.4.2 Población actual

De acuerdo a los resultados del censo de población y vivienda del año 2010, publicado por el Instituto Ecuatoriana de Estadísticas y Censos INEC, en la

parroquia de Ascázubi habitan 5050 personas, divididas según grupo de edad y sexo de la siguiente manera:

Tabla 1.1 Población por sexo y grupos de edad

GRUPO DE EDAD	HOMBRE	MUJER	TOTAL
0 a 14 años	750	750	1500
14 a 64 años	1563	1620	3183
De 65 años y más	186	181	367
TOTAL	2499	2551	5050

Fuente: INEC, Sistema Integrado de Consultas

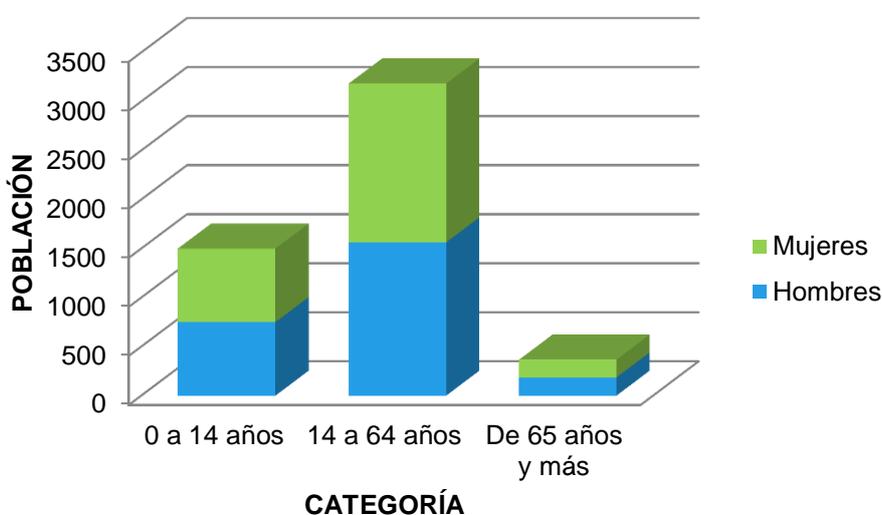


Figura 1.3. Diagrama de la población de Ascázubi

1.4.3 Área de influencia

El presente proyecto abarca la zona céntrica urbana de la parroquia de Ascázubi con un área de influencia de 54 Ha en la red de alcantarillado N° 1 y 89 Ha en la red de alcantarillado N°2, dándonos un total de 143 Ha de área de influencia del proyecto.

1.4.3.1 Red de alcantarillado combinado N°1

La red de alcantarillado combinado N°1 inicia en varios puntos que detallamos a continuación:

- En cada intersección de la calle Guayaquil con las calles García Moreno, 16 de Julio y Eloy Alfaro. Cada punto de inicio recibe el aporte de agua servida proveniente de las redes de alcantarillado sanitario existentes en cada calle aguas arriba.
- En el inicio de la calle Quito

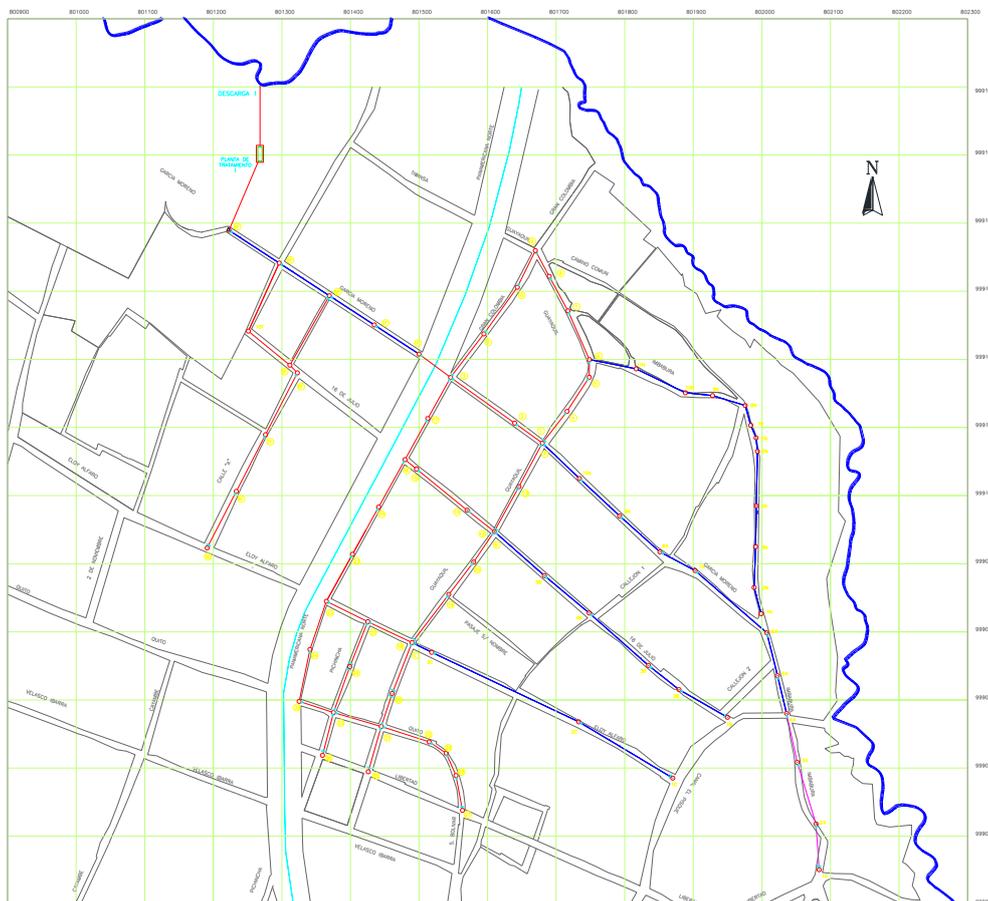


Figura 1.4. Área de influencia de la red de alcantarillado N°1

En la intersección de la calle García Moreno y Gran Colombia se unen todos los tramos aportantes y el colector atraviesa la vía Panamericana. Dicho colector llega hasta el final de la calle García Moreno y descarga hacia la planta

de tratamiento de aguas servidas, donde se llevará a cabo los procesos físicos y biológicos para obtener un efluente apto para ser descargado hacia la quebrada El Manzano.

1.4.3.2 Red de alcantarillado combinado N°2

La red de alcantarillado combinado N°2 inicia en tres lugares que detallamos a continuación:

- En la parte más alta inicia en la calle Simón Bolívar, aquí recibe el aporte de la red de alcantarillado sanitario de la calle Libertad y la calle Rocafuerte.
- El segundo punto de inicio de la red es en la calle Libertad y San Juan de Abanín, aquí recepta las aguas del alcantarillado combinado de la calle Eloy Alfaro.
- El tercer punto de inicio de la red es en la intersección de la calle Quito y Panamericana

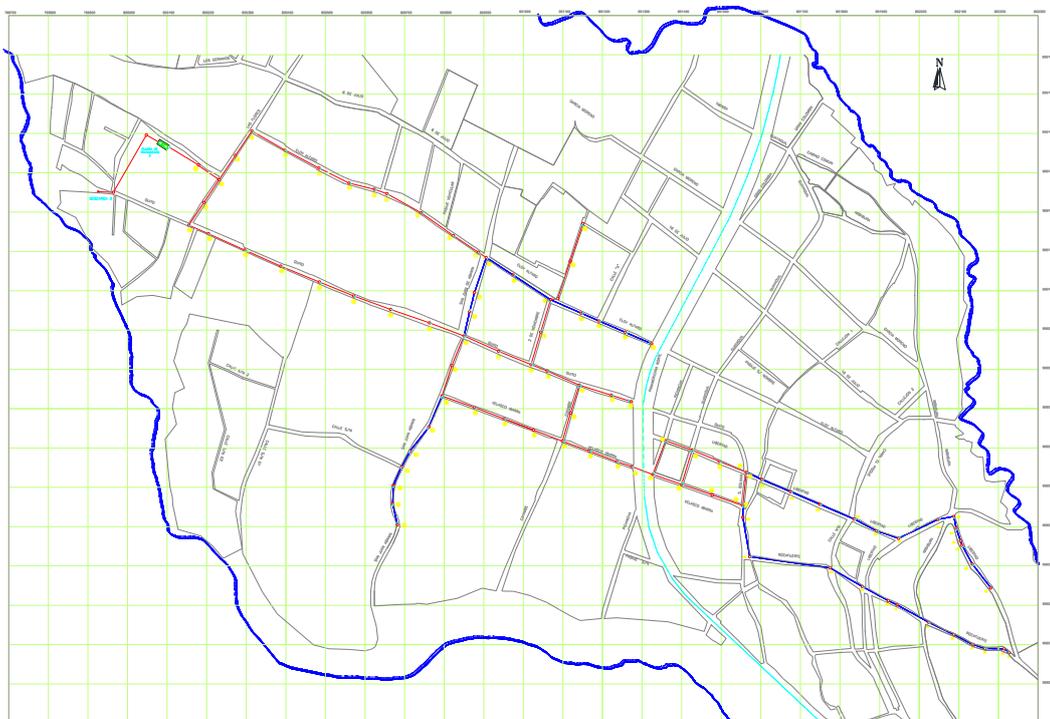


Figura 1.5. Área de influencia de la red de alcantarillado N°2

En el cruce de las calles San Juan de Abanín y Velasco Ibarra se conecta un tramo de red de alcantarillado sanitario de la calle San Juan de Abanín.

Todo el caudal de aguas servidas converge en la calle las Flores y se une para ingresar a la planta de tratamiento existente y luego descargar en la Quebrada el Cascajo.

1.4.4 Topografía y Relieve

La topografía indica que el sector presenta un perfil irregular, con una pendiente pronunciada que se extiende desde la quebrada el Manzano hasta la quebrada Cascajo. La pendiente promedio es del 8% en dirección oriente-occidente. El nivel máximo del sector es 2645 msnm y el nivel mínimo es 2465 msnm.

1.4.5 Servicios e infraestructura existente

1.4.5.1 Vial

La vía de acceso a la parroquia es la Red Arterial Troncal de la Sierra **E35** (Panamericana) desde el subtramo Sta. Rosa de Cusubamba – Ascázubi por el norte y el subtramo Ascázubi – El Quinche por el sur, con una longitud de 4.06 y 4.60 Km, respectivamente. Esta vía actualmente es de 2 carriles asfaltados y está a cargo el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). En este año 2012 se iniciaran los trabajos para la ampliación de la vía a 4 carriles, proyecto que estará a cargo de la empresa Panavial.

Las vías de circulación al interior de la parroquia en su mayoría son adoquinadas, sin embargo todavía existe tramos empedrados o solo de tierra.

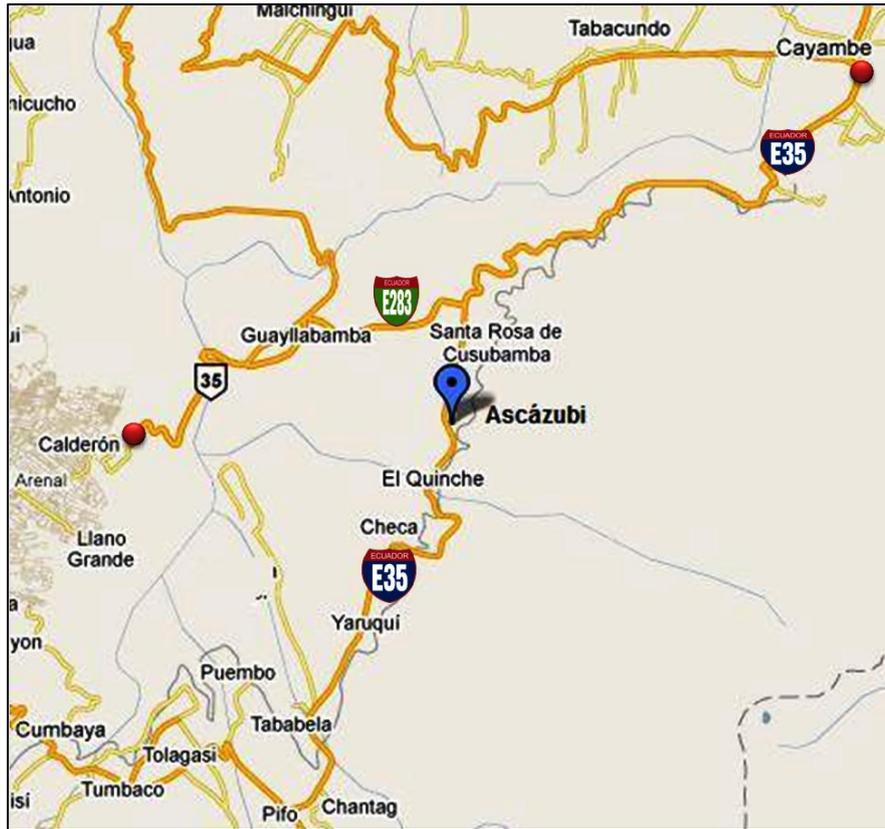


Figura 1.6. Vía de acceso a la parroquia

1.4.5.2 Transporte

Al ser la Panamericana Norte una vía de paso, se cuenta con el servicio de algunas líneas de transporte como son: Reina del Quinche, Flota Pichincha, Cita Express, Cooperativa Marco Polo, Cooperativa 22 de Julio, Transportes Baños, Cooperativa Flor del Valle.

1.4.5.3 Canal de Riego

La parroquia es atravesada por el canal de riego el Pisque, del cual se desprenden canales secundarios que bordean las calles principales. De los canales secundarios se han realizado tomas hacia las propiedades que requieran agua para el regadío de sus cultivos.

El agua de los canales secundarios se encuentra contaminada debido a que los pobladores votan desperdicios y desfogan las aguas servidas cuando las tuberías han colapsado.



Figura 1.7. Canal de Riego El Pisque

El canal de riego el Pisque tiene una longitud de 58 km que va desde Guachalá (Cayambe) hasta Pifo. El agua del canal proviene de dos afluentes del Cayambe, los ríos Granobles (25%) y Guachalá (75%).

1.4.5.4 Agua Potable

El agua potable que se consume en la parroquia proviene de dos fuentes naturales; la primera es la sequia Iguñaro el Quinche – Ascázubi y la segunda son las vertientes Chinifo, ubicadas en parte alta de la parroquia.

El agua proveniente de la sequia Iguñaro es purificada a través de planta de tratamiento compacta, la cual fue donada por Gobierno Provincial de Pichincha a través de un programa piloto. Esta fuente aporta con un caudal aproximado

de 5 l/s. Por otro lado, el agua proveniente de las vertientes de Chinifo es únicamente entubada y distribuida para el consumo; aporta con un caudal aproximado de 2 l/s

A continuación analizaremos la oferta y la demanda del consumo de agua potable, con el propósito de verificar si las fuentes con las que se cuenta actualmente son suficientes.

Tabla 1.2 Análisis de la oferta y demanda de Agua Potable

OFERTA (l/s)		
<i>Iguiñaro</i>	<i>Chinifo</i>	Total
5	2	7

DEMANDA (l/s)					
<i>Población hab</i>	<i>*Dot. Neta l/hab-día</i>	<i>*A.N.C %</i>	<i>Dotación l/hab-día</i>	<i>Q medio l/s</i>	Faltante
5139	114	29.5	148	8.78	1.78

Fuente: Junta Parroquial de Ascázubi *Dotación para el cantón Cayambe

Del análisis anterior podemos concluir que la oferta en agua potable no es suficiente para abastecer a la población, tanto actual como futura, por lo tanto, es necesario aprovechar otras fuentes de agua.

1.4.5.5 Desechos sólidos

Los desechos sólidos son recolectados en una volqueta los días lunes, miércoles y viernes durante la mañana. Los pobladores aún no tienen la cultura de clasificación entre desechos orgánicos e inorgánicos, por lo cual la basura va mezclada.

Luego de haber realizado el recorrido por las calles principales, los desechos generados se trasladan hacia el relleno sanitario del cantón Cayambe, ubicado en la comunidad de Pingulmí. La actividad de recolección y traslado está a cargo de Junta Parroquial de Ascázubi, mientras que el tratamiento de los desechos está en manos del Gobierno Municipal del cantón Cayambe.

1.4.5.6 Salud

En el ámbito de la salud la parroquia cuenta únicamente con el Subcentro de Salud Ascázubi, área de salud N°14

1.4.5.7 Educación

Existe cuatro instituciones educativas, cada una está dirigida a una determinada etapa de estudio, a continuación describimos las instituciones:

Tabla 1.3 Instituciones educativas en Ascázubi

INSTITUCIÓN	N° ALUMNOS
Centro de Desarrollo Infantil Lucía Vela Hidalgo	60
Jardín Fiscal Mixto Rosa Castro de Galarza	68
Centro Educativo Fiscal Mixto Ciudad de Guayaquil	310
Colegio Técnico Ascázubi	610

Fuente: Propia

El número total de niños y jóvenes que asisten a instituciones educativas es 1048, esto representa el 21% de la población de la parroquia.

1.5 ASPECTO NATURALES

1.5.1 Clima

En la región Sierra principalmente en el Cantón Cayambe la temperatura oscila entre 14°C y 15°C, con extremos que sobrepasan los 18°C o bajan a menos de los 14.5°C. En los últimos años la temperatura ha ido variando debido al calentamiento global del planeta, por lo cual puede presentarse días muy calurosos o muy fríos.

1.5.2 Precipitación

Para la caracterización de la precipitación se utilizó la información proporcionada por el INAMHI en la Estación Pluviométrica el Quinche, debido a la cercanía con la zona del proyecto.

Tabla 1.4 Información estación meteorológica

Código	Estación	Latitud	Longitud	Altura
M343	El Quinche – Pichincha	0 ° 6 ' 8 " S	78 ° 18 ' 12 " W	2605 msnm

Fuente: INAHMI

Se generó una base de datos de 5 años, la cual contempla un período desde 2004-2008 tomando como dato principal la media mensual.

Tabla 1.5. Precipitación media mensual

Mes	Precipitación media mensual (mm)
Enero	37.38

Febrero	18.62
Marzo	54.20
Abril	67.42
Mayo	34.24
Junio	13.98
Julio	4.20
Agosto	4.84
Septiembre	9.56
Octubre	38.54
Noviembre	41.30
Diciembre	58.98

Fuente: Anuario INAMHI. Estación Meteorológica El Quinche (2004-2008)

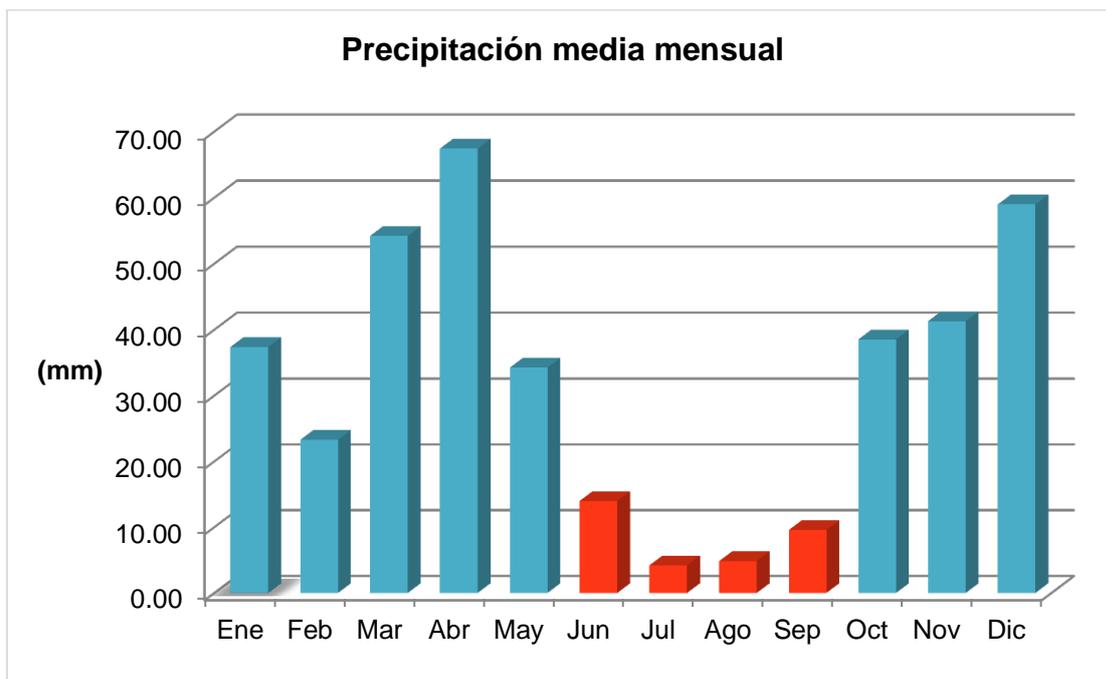


Figura 1.8 Histograma Precipitación Media Mensual

Del histograma podemos concluir que los meses más lluviosos son desde octubre hasta mayo, con un valor máximo registrado de 121.6 mm en el mes de diciembre del 2006.

1.6 ASPECTOS SOCIECONÓMICO

La principal actividad económica y productiva de sus habitantes es la agricultura en pequeña y mediana escala, de productos propios de la zona como son: papas, maíz, fréjol, arvejas, hortalizas, legumbres, etc.

En los últimos años se ha incrementado la producción avícola para satisfacerla demanda interna como para el consumo externo, entre las principales avícolas podemos citar: Avicea, Megaaves, Merapec, etc.

También se debe resaltar a las floricultoras que se encuentran asentadas en los alrededores de la parroquia creando fuentes de trabajo para personas del sector como para gente de provincias, entre las principales tenemos: Guaisa, Flores Aray, Indipasisa, La Daniela, Miliflowers, entre otras.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA EXISTENTE

2.1 DATOS GENERALES RECOPIADOS

Como parte del estudio, se realizaron varios recorridos de campo con la finalidad de recopilar información acerca del actual alcantarillado de Ascáubi.

Por la información que se pudo recolectar podemos decir que el actual sistema de alcantarillado es de tipo mixto, presenta en algunos sectores redes de alcantarillado sanitario, en otros alcantarillado combinado y además hay la presencia de una red pluvial.

Red sanitaria

- La tubería es de 200 mm de diámetro y es de hormigón simple. Los pozos de revisión son únicamente de mampostería.
- Algunas casas ubicadas en calles transversales no se pueden conectar a la red de alcantarillado, ya que por razones topográficas el desnivel entre la calle y las viviendas es mayor que la profundidad a la que está la tubería. Lamentablemente, no hay una ordenanza que permita la servidumbre de paso.
- Debido a que algunos tramos de tubería han colapsado, se puede encontrar varios hundimientos en las calles y crecimiento de pasto a los alrededores. En época lluviosa se pudo observar que en las tuberías dañadas las aguas servidas aflora hacia la calle y entran a las viviendas aledañas, provocando quejas y malestar en la ciudadanía.

- La tubería que llega a la planta de tratamiento también está colapsada, las aguas servidas han desfogado hacia los alrededores y existe el crecimiento de pasto y emanación de malos olores.



Figura 2.1 Hundimientos en la calle Eloy Alfaro

Red pluvial

- La red pluvial de las calles longitudinales conduce agua proveniente del canal de riego y agua lluvia producto de las precipitaciones. El agua de riego que entra a la red es controlado mediante compuertas. Los sumideros existentes en la calzada se conectan directamente a esta red.
- La red pluvial está compuesta por canales abiertos en algunos tramos, mientras que en otros hay tuberías de hormigón. Algunos canales están recubiertos de hormigón simple, mientras que otros solo son de tierra.
- Cuando se trata del canal abierto no existen sumideros, el agua escurre parcialmente al canal y el resto baja hacia los sumideros existentes



Figura 2.2 Tubería para conducción de agua de riego y compuerta para control

Red Combinada

- El tramo de la calle Eloy Alfaro, desde la Panamericana hasta la calle San Juan de Abanín, ha sido recientemente cambiado a un alcantarillado de tipo combinado. La tubería es de hormigón simple y de 300 mm de diámetro. El final de este tramo se conecta a la red existente de 200 mm de diámetro.
- El agua lluvia que recolecta esta red proviene únicamente del escurrimiento de la calzada, ya que el agua proveniente del área de aportación respectiva, se conduce por el canal secundario que bordea la calle.

Planta de tratamiento de aguas servidas

- El tratamiento de las aguas servidas se lo realiza a través de un tanque IMMOFF ubicado en la parte baja de la parroquia, adyacente a la calle Las Flores.

- El tanque está cubierta totalmente de vegetación y basura; no ha recibido ningún tipo de mantenimiento, por tal motivo, las aguas servidas no reciben el tratamiento adecuado.



Figura 2.4 Planta de tratamiento

- En el recorrido de campo se pudo observar que en la tubería que llega a la planta de tratamiento se ha realizado una conexión de salida ilegal, que según comentarios de los moradores, es utilizada para regar el pasto de los lugares cercanos a la planta.
- La descarga de las aguas provenientes de la planta de tratamiento se lo hace hacia la quebrada el Manzano, ubicada a 300 m aproximadamente de la planta.
- La quebrada el Manzano en épocas de estiaje es seca y solo conduce las aguas vertidas desde la planta de tratamiento, en épocas de lluvia ya existe la presencia de un caudal producto de las precipitaciones.

2.2 CATASTRO DE LAS RED SANITARIA EXISTENTE

Debido a que la parroquia de Ascázubi cuenta con varias redes sanitarias que han sido construidas en diferentes años, surgió la necesidad de realizar un catastro de las redes existentes. Esto, con la finalidad de establecer las redes que se encuentran en mal estado, y por ende las redes que se diseñaran.

Para elaborar el catastro se realizó el levantamiento topográfico de cada una de las redes existentes, obteniendo como resultado principal la ubicación, profundidad de los pozos y la tubería, dirección del flujo.

A continuación se presenta un resumen de las redes de alcantarillado existentes:

Tabla 2.1. Catastro de las redes sanitarias existentes

CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	OBSERVACIONES	SECCIÓN	ESTADO
IMBABURA	<i>García Moreno</i>	S: No hay alcantarillado, diseños ya elaborados	φ= 200 mm	✓
GARCÍA MORENO	<i>Imbabura</i>	S: Construida en 2003	φ= 200 mm	✓
	<i>Guayaquil</i>	S: Construida en 1979 (IEOS)	φ= 200 mm	✗
	<i>Panamericana</i>			
16 DE JULIO	<i>Callejón 2</i>	S: Construida en 2003	φ= 200 mm	✓
	<i>Guayaquil</i>	S: Construida en 2003	φ= 200 mm	✓
	<i>Panamericana</i>			
ELOY ALFARO	<i>Oriente</i>	S: Construida en 2007	φ= 200 mm	✓
	<i>Guayaquil</i>	S: Construida en 1979 (IEOS)	φ= 200 mm	✗
	<i>Panamericana</i>			
QUITO	<i>S. Bolívar</i>	S: Construida en 1979 (IEOS)	φ= 200 mm	✗
	<i>Guayaquil</i>	S: Construida en 1979 (IEOS)	φ= 200 mm	✗
LIBERTAD	<i>Oriente</i>	S: Construida en 1993	φ= 200 mm	✓
	<i>S. Bolívar</i>			
	<i>S. Bolívar</i>	S: Construida en 1979 (IEOS)	φ= 200 mm	✗
	<i>Guayaquil</i>	S: Construida en 1979 (IEOS)	φ= 200 mm	✗
VELASCO IBARRA	<i>Panamericana</i>			
	<i>S. Bolívar</i>	S: Construida en 1979 (IEOS)	φ= 200 mm	✗

CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	OBSERVACIONES	SECCIÓN	ESTADO
ELOY ALFARO	<i>Panamericana</i>	Alcantarillado Combinado 2011	$\phi = 300$ mm	✓
	<i>S.J Abanín</i>	Construida en 1979 (IEOS)	$\phi = 200$ mm	✗
	<i>Las Flores</i>	Tubería fisurada, hundimientos en las calles		
QUITO	<i>Panamericana</i>	Construida en 1979 (IEOS)	$\phi = 200$ mm	✗
	<i>S.J Abanín</i>	Construida en 1979 (IEOS)	$\phi = 200$ mm	✗
	<i>Las Flores</i>			
VELASCO IBARRA	<i>Panamericana</i>	Construida en 1979 (IEOS)	$\phi = 200$ mm	✗
	<i>S.J Abanín</i>			

2.3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL SISTEMA

Luego de analizar los datos recopilados, se ha llegado a la conclusión que la red de alcantarillado presenta los siguientes problemas:

- La red de alcantarillado construida por el Ex IEOS en 1979 tiene más de tres décadas de funcionamiento, se considera que el período de diseño y la vida útil de los materiales han llegado a su fin, por lo tanto, es necesario realizar un rediseño de la red de alcantarillado.
- La planta de tratamiento no está funcionando de forma adecuada por lo que está contaminando la quebrada al descargar los desechos sin tratamiento apropiado, es fundamental establecer la manera de controlar dicha situación.

CAPÍTULO III

PARÁMETROS DE DISEÑO

3.1 PERÍODO DE DISEÑO

El período de diseño es el lapso de tiempo durante el cual la obra cumple su función satisfactoriamente. Cuando el período ha finalizado se estima que los materiales han dejado de servir conforme a su diseño, o por otro lado la obra no alcanza a cubrir las necesidades de una población creciente.

El período de diseño adoptado es de 25 años y se ha determinado tomando como parámetros el crecimiento poblacional, la vida útil probable del sistema, así como la consideración de que el período no es tan largo como para pensar en que el sistema trabaje fuera de las condiciones iniciales de capacidad.

Se prevé garantizar que el sistema de alcantarillado funcione satisfactoriamente durante el período de diseño establecido.

3.2 POBLACIÓN DE DISEÑO

La población futura es el número de habitantes que se espera tener en el área del proyecto al final del período de diseño. Para su cálculo se han realizado las proyecciones de crecimiento utilizando los métodos conocidos que permitan establecer comparaciones, además que orienten el criterio para escoger la mejor de ellas que se ajuste a las condiciones del sector.

En el presente proyecto se ha usado los datos que se tiene a nivel de toda la parroquia, para luego obtener la población en el área de influencia.

Los resultados de los censos de población y vivienda de los años 1990, 2001 y 2010 se indican a continuación:

Tabla 3.1 Población de Ascázubi, según censo de población INEC

Año	N° Habitantes
1990	2661
2001	3756
2010	5050

Fuente: INEC

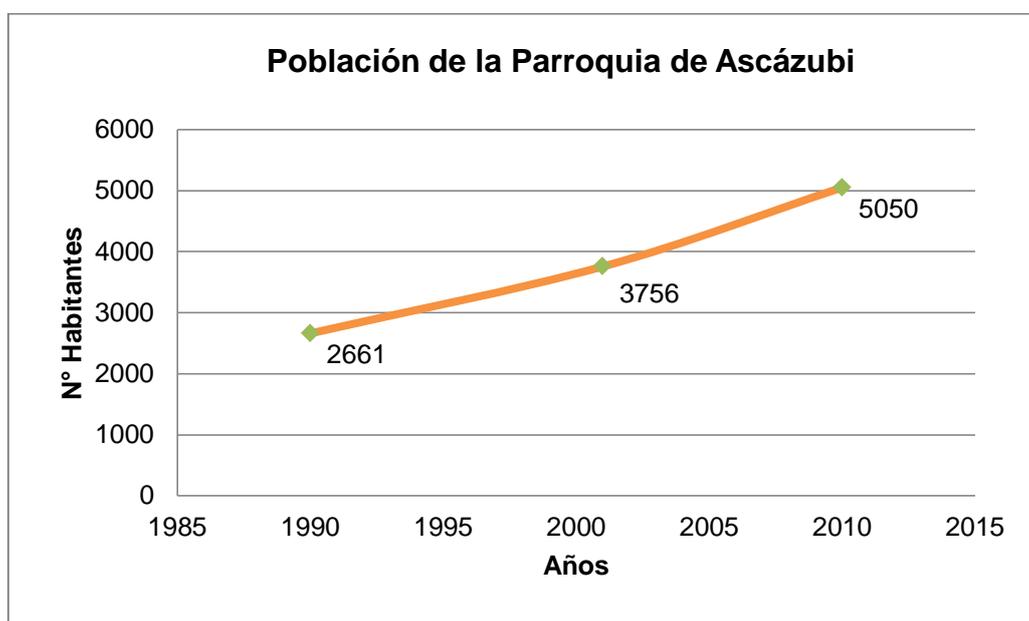


Figura 3.1 Gráfico de dispersión de la población de Ascázubi según censos

3.2.1 Métodos matemáticos para calcular la población futura

Para el cálculo de la población futura se ha de considerarse el período de diseño del proyecto. Debe tomarse en cuenta que éste transcurrirá desde la ejecución misma del proyecto, por lo que la especificación de la fecha de inicio de la construcción es importante para determinar el año final del período de diseño.

Dado que el Municipio de Cayambe ha visto la necesidad del estudio de este proyecto, se prevé que el año de ejecución será el 2012, el cual se ha tomado como el año inicial del período de diseño, consecuentemente el año final es el 2037.

Se debe considerar también que la proyección final debe hacerse desde el último año del censo registrado, ya que este es considerado el valor real.

3.2.1.1 Método aritmético o crecimiento lineal

Este método supone un crecimiento constante de la población, lo cual significa que la población aumenta o disminuye en el mismo número de personas. Es utilizado para proporciones en plazos de tiempo muy cortos, ya que por lo general las poblaciones no aumentan numéricamente sus efectivos en la misma magnitud a lo largo del tiempo.

La población futura es estimada a partir de:

$$Pf = P_1 + Ka * n$$

$$Pf = P_1 + n \left[\frac{P_1 - P_0}{m} \right]$$

$$Ka = \frac{P_1 - P_0}{m}$$

Donde:

- Pf: Población al final de período de diseño
- n: Período comprendido entre el último censo considerado y el último año del período de diseño
- m: Período entre los censos P1 y Po
- Ka: Tasa de variación poblacional

A continuación se realiza el análisis poblacional para la parroquia de Ascázubi utilizando éste método:

Primero determinaremos la media ponderada de la tasa de variación poblacional Ka .

Tabla 3.2 Media ponderada de la tasa de variación poblacional aritmética

Año	N° Habitantes	$P_1 - P_0$	$m_{t_1 - t_0}$	Ka
1990	2661			
2001	3756	1095	11	99,55
2010	5050	1294	9	143,78
			Ka	119,45 hab/año

Fuente: Propia

Aplicando la fórmula de la proyección aritmética, tenemos que la población al final del periodo de diseño es:

$$Pf = P_1 + Ka * n$$

$$P_{2037} = P_{2010} + Ka * (2037 - 2010)$$

$$P_{2037} = 5050 + (119.45)(27) = 8275 \text{ hab}$$

3.2.1.2 Método geométrico

Este método supone que la tasa de crecimiento es proporcional a la población, es decir, que el crecimiento por unidad de tiempo es proporcional a la población en cada lapso de tiempo. Es útil para poblaciones que no han alcanzado su desarrollo y crecen manteniendo un porcentaje uniforme.

$$Pf = P_0 * (1 + r)^{\Delta t}$$

Donde:

Pf: Población proyectada

Po: Población presente

r: Tasa de crecimiento o índice de crecimiento

Δt : Número de años entre el último censo y el último año del período de diseño

La tasa de crecimiento está definida como:

$$r = \left[\left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{1}{t_1 - t_0}} - 1 \right]$$

Donde:

t_0 : Tiempo de censo inicial

t_1 : Tiempo de censo subsiguiente

De igual manera, primero calcularemos la media ponderada de la tasa de crecimiento aplicando la fórmula correspondiente:

Tabla 3.3 Media ponderada de la tasa de crecimiento geométrica

Año	N° Habitantes	$t_1 - t_0$	r
1990	2661		
2001	3756	11	0,03183
2010	5050	9	0,03344
		$r =$	0,03255

Fuente: Propia

$$P_{2037} = P_{2010} * (1 + 0.03255)^{(2037-2010)}$$

$$P_{2037} = 5050 * (1 + 0.03183)^{(27)} = 11993 \text{ hab}$$

3.2.1.3 Curva de ajuste

Cuando se tienen los datos de tres o más censos pueden extrapolarse usando ecuaciones de curvas, siempre que los valores de la población sean confiables.

Entre los valores censales y los representados por determinada curva, existe una correlación expresable matemáticamente. Para determinar la ecuación de la curva que mejor se ajuste con los datos relacionados, utilizaremos el método de mínimos cuadrados.

Empleando el programa EXCEL hemos encontrado la ecuación de varias curvas de aproximación para determinar la curva que mejor se ajusta. Empezamos con una línea recta, a continuación una curva exponencial y finalmente una parábola cuadrada, en las siguientes figuras se muestran las gráficas con su respectiva ecuación y coeficiente de correlación:

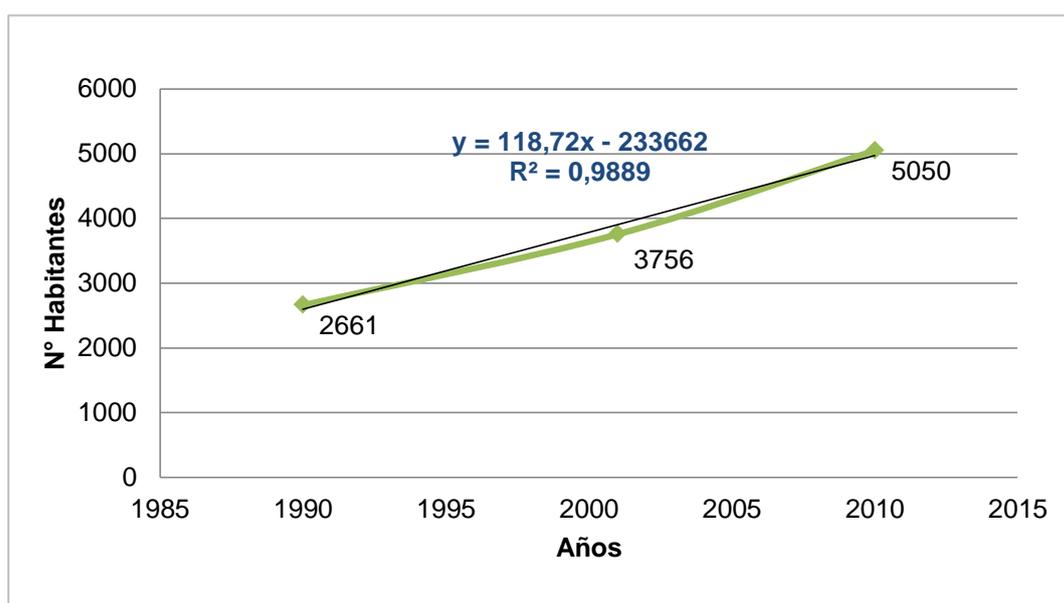


Figura 3.2 Correlación lineal

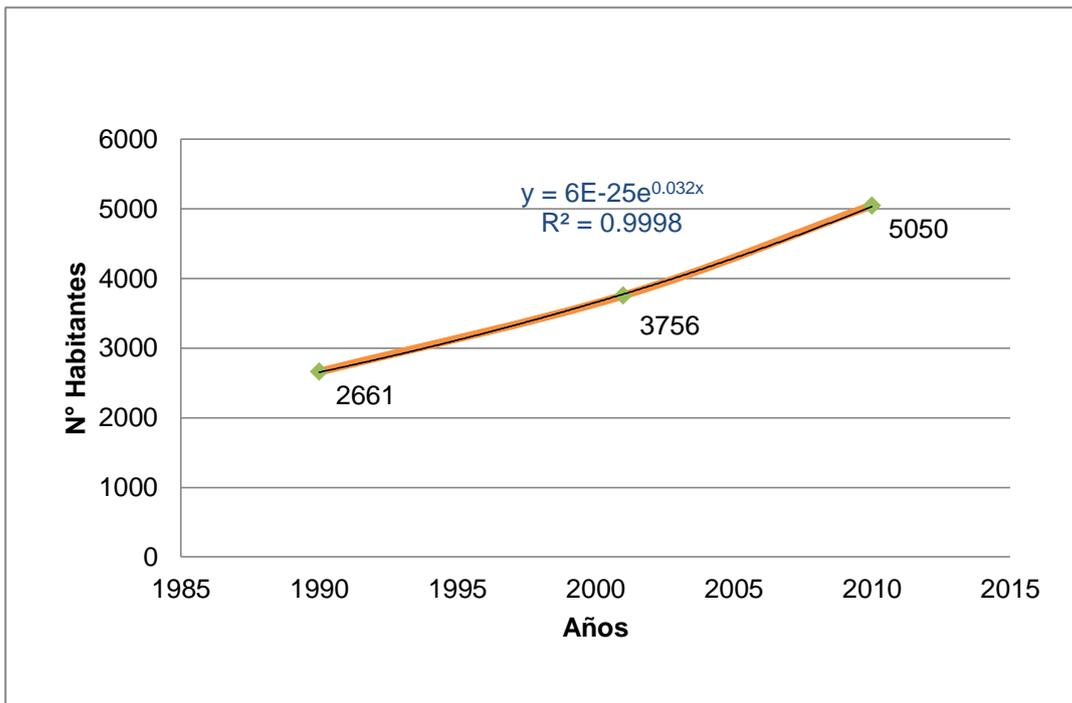


Figura 3.3 Correlación exponencial

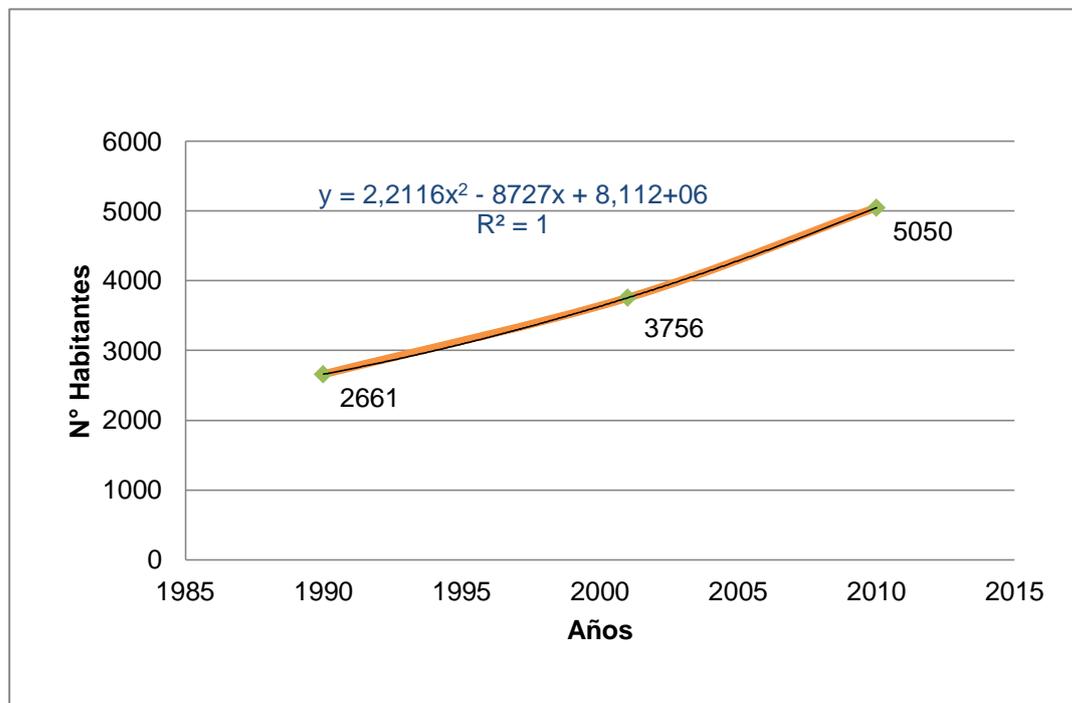


Figura 3.4 Correlación parabólica

Para cuantificar la intensidad de la relación entre las variables estimadas por la ecuación de la curva y las variables reales observadas se calcula el coeficiente de correlación de cada curva.

Hemos obtenido los siguientes coeficientes de correlación para los diferentes tipos de curvas:

Tabla 3.4 Coeficiente de correlación para curvas de crecimiento poblacional

	Lineal ax+b	Exponencial ae^{bx}	Parabólica ax²+bx+c
Coeficiente de correlación R²	0,9889	0.9998	1

Fuente: Propia

Como podemos observar la curva que mejor ajuste tiene es la parabólica, tiene una valor igual a 1 que significa que existe una relación perfecta entre las variables.

Calcularemos la población futura utilizando la ecuación de la curva parabólica:

$$y = 2.2116 x^2 - 8727 x + 8.6112E10^6$$

$$P_{2037} = 2.2116 * 2037^2 - 8727 * 2037 + 9E10^6$$

$$P_{2037} = 11045.5 \text{ hab}$$

Luego de analizar los resultados obtenidos por los diferentes métodos de cálculo de la población futura, hemos elegido los valores obtenidos por la correlación parabólica, ya que se ajustan perfectamente con los datos de los censos poblacionales anteriores. Por lo tanto la población al final del período de diseño de la parroquia de Ascázubi es:

$$P_{2037} = 11046 \text{ hab}$$

Con los valores de la población y la superficie de la parroquia podemos obtener la densidad poblacional

$$\rho = \frac{11046 \text{ hab}}{380 \text{ Ha}} = 29,07 \text{ Hab/Ha}$$

Para el diseño del proyecto se asumirá un valor de 30 Hab/Ha

3.3 DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

Es la cantidad de agua asignada a la población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día.

Los valores de la dotación dependen de algunos factores como son: clima, nivel de vida y además si se trata de zonas urbanas o rurales. En nuestro caso, para una población de hasta 5000 habitantes con un clima frío la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental recomienda una dotación de 120 a 150 l/hab-día.

Para el presente estudio se adoptará un valor de 125 l/hab-día.

3.4 CAUDAL DE DISEÑO

En vista de que el presente diseño de alcantarillado es de tipo combinado se ha considerado los siguientes caudales de diseño:

- a. Aporte de aguas servidas {
 - Por consumo de agua potable
 - Por aguas ilícitas.
- b. Aporte por aguas lluvias.

$$Qd = Qs + Qp$$

3.4.1 Caudal de aguas servidas (Q_s)

Esta aportación es la cantidad de agua que luego de los diferente usos domésticos se transforma en agua de desecho y se incorpora al alcantarillado, sin embargo, parte del agua potable se usa en otros menesteres tales como riego de jardines, lavado de vehículos, pérdidas en la red interna de las viviendas, pérdidas en las tuberías de distribución de agua potable o simplemente se pierde.

El caudal máximo instantáneo sanitario se calculará con la siguiente expresión:

$$Q_s = P_p * f * \frac{Dot_{futura} * M}{86400} + Q_{Ili}$$

Siendo:

Q_s : Caudal sanitario máximo (l/s)

P_p : Población proyectada

f : Porcentaje de retorno

Dot_{futura} : Dotación futura (l/hab/día)

M : Coeficiente de simultaneidad o mayoración

Q_{Ili} : Caudal de aguas ilícitas (l/s)

3.4.1.1 Dotación futura (Dot)

Es necesario estimar una dotación aproximada para el período de diseño, debido a que el consumo de agua potable aumenta con el crecimiento de la población y el desarrollo de las condiciones sanitarias.

$$Dot = Dot_{actual} + \Delta Q * n$$

Siendo:

Dot: Dotación esperada al final del período de diseño

Dot_{actual}: Dotación actual = 125 l/hab-día

ΔQ : Incremento de la dotación = 1 l/hab-día

n : Período de diseño = 25 años.

Para nuestro proyecto tenemos una dotación futura de:

$$Dot = 125 + 1 * 25 = 150 \frac{l}{hab - día}$$

3.4.1.2 Porcentaje de retorno (f)

La aportación por consumo de agua potable, constituye uno de los factores más importantes para el diseño. Se cree que entre el 60 y 90% de la dotación de agua potable se devuelve luego de su uso al alcantarillado.

Tomando en cuenta que nuestro proyecto es un área residencial, es acertado asumir un porcentaje de retorno igual al 80%.

3.4.1.3 Coeficiente de mayoración o simultaneidad (M)

El caudal medio diario de aguas servidas es afectado, en determinados momentos, en ciertas horas pico en las que el consumo de agua y descarga a las alcantarillas es máximo debido a los hábitos de la población y costumbres; estas son por la mañana, medio día y las primeras horas de la noche, dando por efecto una ocurrencia simultánea de aportes de aguas, originándose un caudal máximo instantáneo que debe considerarse en el dimensionamiento de la tubería o colectores.

Para estimar este caudal máximo instantáneo se usan coeficientes calculados en base a experiencias en sistemas existentes. A continuación se aplicará una expresión en base al caudal medio de aguas servidas

$$M = \frac{2.228}{Q^{0.073325}}$$

En donde:

M: Relación entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario

Si $Q < 4$ l/s entonces $M = 4$

Pudiendo M variar entre: $1.50 \geq M \geq 4.00$

Q: Caudal medio diario de aguas servidas por consumo de agua potable (l/s)

$$Q = P_p * f * \frac{Dot_{futura}}{86400}$$

3.4.1.4 Caudal de aguas ilícitas (Q_{iii})

Como regla general los sistemas de alcantarillado no deben permitir la admisión de agua a través de conexiones ilícitas o por los orificios de las tapas de pozos de revisión, sin embargo, debido a la extrema dificultad de control, es necesario considerar la inclusión de dicho aporte.

Las normas existentes estiman, como aporte de aguas ilícitas un caudal de 80 lt/hab/día, que incluiría posibles conexiones pluviales que se efectúan fuera de control, parámetro que ha sido adoptado en el presente estudio.

$$Q_{iii} = 80 \frac{lt}{hab - día} = 0.001 \frac{lt}{seg - hab}$$

3.4.2 Caudal pluvial (Q_p)

Para calcular el caudal de escurrimiento superficial directo producto de las precipitaciones, se ha utilizado el enfoque del método racional. Este método es válido para áreas de drenaje inferiores a 100 ha y se describe a continuación:

$$Q_p = \frac{C * I * A}{0.36}$$

Donde:

- Qp: Caudal pluvial (l/s)
- C: Coeficiente de escurrimiento (adimensional)
- A: Área de drenaje (Ha)
- I: Intensidad de lluvia para una duración de lluvias, igual al tiempo de concentración del área en estudio (mm/h)

3.4.2.1 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía depende del tipo de suelo, de la impermeabilización de la zona, de la pendiente del terreno, y de otros factores que determinan la fracción de lluvia que se convierte en escorrentía.

. Los valores más aceptados, dependiendo del tipo de zona, son:

Tabla 3.5 Valores del coeficiente de escurrimiento C

Tipo de zona	C
Para centros urbanos con densidad de población cercana a la de saturación y con calles asfaltadas	0.70
Para zonas residenciales de densidad, $D \geq 200$ hab/Ha	0.60
Para zonas con viviendas unifamiliares, $150 < D < 200$	0.55

Para zonas con viviendas unifamiliares, $100 < D < 150$ no desarrolladas totalmente	0.50
Para zonas con viviendas unifamiliares, $D < 100$	0.40
Para zonas Rurales con población dispersa	< 0.40

Fuente:

El coeficiente C adoptado para este proyecto es 0.15. El sector del proyecto es una zona rural, con viviendas unifamiliares que en su mayoría cuenta con espacios de terreno adyacentes destinados al cultivo artesanal, por lo que el caudal pluvial que ingresa a la red es mínimo.

3.4.2.2 Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia se la define como la cantidad de lluvia por unidad de tiempo. La máxima intensidad que se puede esperar en una localidad depende de las condiciones climatológicas, frecuencia y duración de las lluvias.

Para determinar la intensidad de lluvia máxima es necesario realizar las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) de la estación meteorológica más cercana al proyecto. Estas curvas definen la intensidad media máxima de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con períodos de retorno específicos.

La frecuencia es el valor recíproco de la periodicidad o período de retorno. A más largo período de retorno, mayor intensidad. A más larga duración de lluvia, menor intensidad.

Para el caso de nuestro proyecto, hemos recurrido a la estación La Tola, ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: latitud $00^{\circ} 03' 12''$, longitud $78^{\circ} 14' 06''$ 2955; recomendada para las poblaciones de Pifo, Yaruquí, El Quinche y Ascázubi de acuerdo a la zonificación de intensidades de

precipitación elaborada por el INAHMI. La ecuación de la intensidad para esta estación es igual a:

	Duración
$I_{TR} = 133.83 t^{-0.4283} * Id_{TR}$	5 min < 40 min
$I_{TR} = 800.89 t^{-0.9189} * Id_{TR}$	40 min < 1440 min

Donde:

- ITR: Intensidad de precipitación para cualquier período de retorno en mm/h
- IdTR: Intensidad diaria para un período de retorno dado en mm/h
- TR: Período de retorno
- t: Período de duración de la lluvia en minutos

Los valores IdTR se obtienen de las isóneas de intensidades para varios períodos de retorno, en función de la máxima en 24 horas. Para la estación La Tola tenemos los siguientes valores:

Tabla 3.6 Valores de Intensidad diaria IdTR para la zona del proyecto

Período de retorno TR	IdTR
5 años	1.5
10 años	1.7
25 años	2.0
50 años	2.5
100 años	2.9

Fuente: Estudios INAMHI

Reemplazando los valores IdTR y t en la ecuación representativa, obtenemos los valores de la intensidad máxima para cualquier período de retorno.

Tabla 3.7 Valores de Intensidad máxima para determinados períodos de retorno y duración de lluvias

TR	Tiempo o duración de la lluvia [minutos]													
	15	30	45	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
	Intensidad [mm/h]													
5	62.9	46.8	36.4	27.9	19.2	14.8	12.0	10.2	8.8	7.8	7.0	6.4	5.8	5.4
10	71.3	53.0	41.2	31.6	21.8	16.7	13.6	11.5	10.0	8.8	7.9	7.2	6.6	6.1
25	83.9	62.4	48.5	37.2	25.6	19.7	16.0	13.6	11.8	10.4	9.3	8.5	7.8	7.2
50	104.9	78.0	60.6	46.5	32.0	24.6	20.0	16.9	14.7	13.0	11.7	10.6	9.7	9.0
100	121.7	90.4	70.3	54.0	37.2	28.5	23.2	19.7	17.1	15.1	13.5	12.3	11.3	10.4

Fuente: Propia

Graficando la intensidad vs tiempo, obtenemos una curva para determinado periodo de retorno.

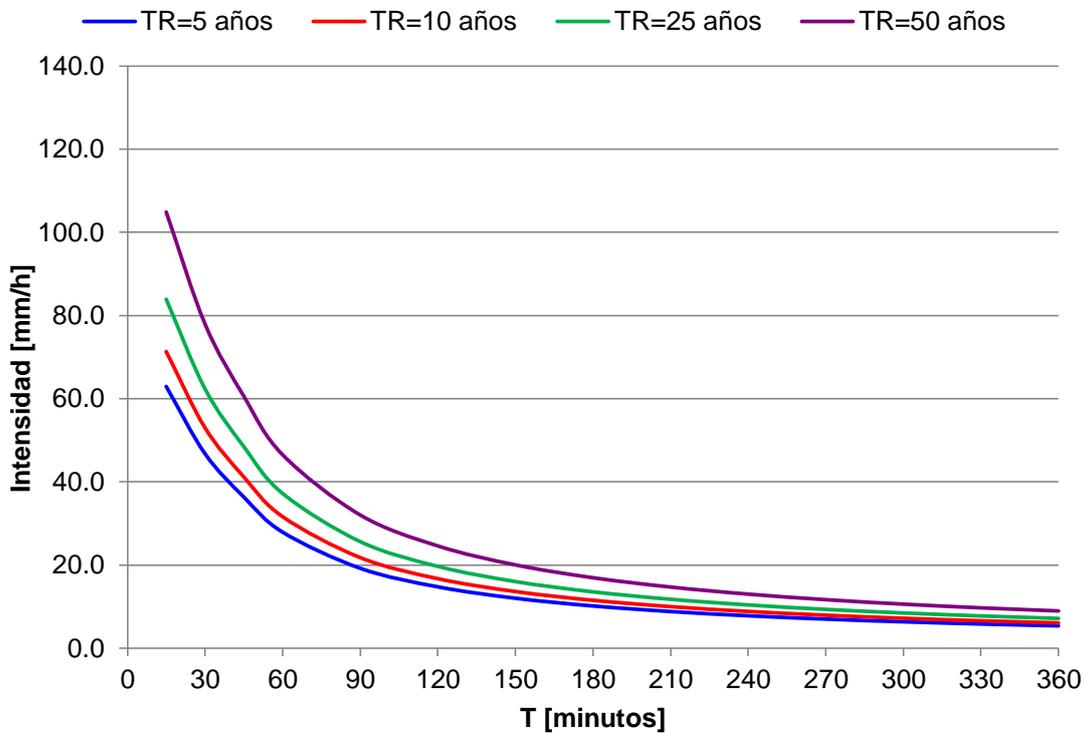


Figura 3.1 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) para Ascázubi

3.4.2.3 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el lapso necesario para que la escorrentía llegue desde el punto más alejado del área tributaria al punto considerado. Se compone de un tiempo de recorrido superficial t_1 y de un tiempo de escurrimiento t_2 , de modo que:

$$t_c = t_1 + t_2$$

- t1: Tiempo que requiere la escorrentía hasta llegar a la entrada del sumidero, el inicial mínimo se considera 12 min
- t2: Tiempo que tarda el agua en recorrer un tramo determinado de colector

$$t_2 = \frac{L}{60V}$$

Donde:

- Li: Longitud del colector (m)
- V: Velocidad en el colector (m/s)

3.4.2.4 Área de drenaje

Las áreas de drenaje se calcularán directamente de los planos topográficos. Debido a que la topografía es irregular, para la determinación de las áreas de drenaje se deberá realizar un análisis de las zonas, debiendo recurrirse a las curvas de nivel.

3.4.2.5 Período de retorno

El período de retorno se lo define como el lapso promedio dentro del cual se espera que un evento sea superado o igualado. Debe determinarse de acuerdo

con la importancia del sector y de los daños y molestias que pueden ocasionar inundaciones periódicas.

El sistema de drenaje de aguas lluvias se ha dimensionado para el escurrimiento cuya ocurrencia tenga un periodo de retorno de 10 años

Tomando un tiempo de concentración mínimo de 12 minutos y un período de retorno de 10 años, tenemos que la intensidad máxima para el tramo inicial es igual a:

$$I_{10 \text{ años}} = 133.83 t^{-0.4283} * Id_{10 \text{ años}}$$

$$I_{10 \text{ años}} = 133.83 * 12^{-0.4283} * 1.7$$

$$I_{10 \text{ años}} = 78.5 \text{ mm/h}$$

CAPÍTULO IV

FUNDAMENTOS HIDRÁULICOS DE LAS ALCANTARILLAS

4.1 HIDRÁULICA DE LOS CONDUCTOS

Para simplificar el diseño de un sistema de alcantarillado se debe empezar considerando que el flujo que circula por los conductos es del tipo uniforme y permanente, eso no sucede en la realidad pero si se considera que las fuerzas de gravedad se equiparan con las fuerzas de rozamiento, el flujo no tendría aceleración. Manning planteó la siguiente fórmula para flujo uniforme:

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

Donde:

- V: Velocidad media del flujo (m/s)
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning
- R: Radio Hidráulico (m)
- J: Pendiente de la solera del tubo (m/m)

El radio hidráulico se define como:

$$R = \frac{A}{P}$$

- A: Área de la sección mojada (m²)
- P: Perímetro de la sección mojada (m)

Los conductos deben diseñarse con un flujo en lámina libre, es aquel que se presenta en canales abiertos, es decir, que se mueve por la gravedad en cualquier sección

4.1.1 Relaciones Hidráulicas Fundamentales

En el diseño de alcantarillado se utilizan este tipo de relaciones como norma de seguridad para evitar que los conductos trabajen a presión.

Las relaciones fundamentales se basan en la distinción para las tuberías que trabajen a toda su capacidad con tuberías que trabajen parcialmente llenas.

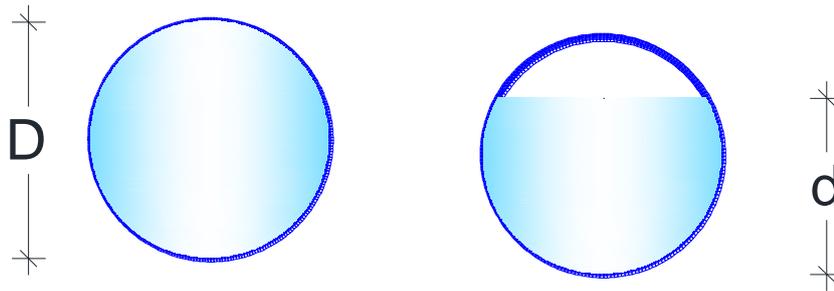


Figura 4.1 Esquema de trabajo de tuberías

De las ecuaciones fundamentales de la hidráulica se tiene que:

$$Q = V * A$$

Donde:

- Q: Caudal (m³/s)
- V: Velocidad (m/s)
- A: Área de la sección (m²)

Si se hace una distinción en cuanto a la nomenclatura y se utiliza letras minúsculas para representar a las variables que intervienen en las fórmulas para tubería parcialmente llena y letras mayúsculas para tuberías que trabajan completamente llenas, se tiene que:

$$q = v * a$$

Donde:

- q: Caudal de la tubería parcialmente llena (m³/s)
- v: Velocidad de la tubería parcialmente llena (m/s)
- a: Área de la sección de la tubería parcialmente llena (m²)

Reemplazando la ecuación de velocidad de Manning se tiene la siguiente fórmula para caudal en tubería parcialmente llena:

$$q = \frac{1}{n} * r^{2/3} * j^{1/2} * a$$

Donde:

- q: Caudal de la tubería parcialmente llena (m³/s)
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning
- r: Radio Hidráulico de la tubería parcialmente llena (m)
- j: Pendiente de la tubería parcialmente llena (m/m)
- a: Área de la sección de la tubería parcialmente llena (m²)

Reemplazando la ecuación de velocidad de Manning en se tiene la siguiente fórmula para caudal en tubería llena:

$$Q = \frac{1}{N} * R^{2/3} * J^{1/2} * A$$

Donde:

- Q: Caudal de la tubería llena (m³/s)
- N: Coeficiente de rugosidad de Manning
- R: Radio Hidráulico de la tubería llena (m)
- I: Pendiente de gradiente hidráulico de la tubería llena (m/m)
- A: Área de la sección de la tubería llena (m²)

Las relaciones fundamentales son: (q / Q) y (v / V), si en estas relaciones reemplazamos las ecuaciones correspondientes se tiene:

$$\frac{q}{Q} = \frac{n}{N} * \left(\frac{r}{R}\right)^{\frac{2}{3}} * \frac{a}{A} \qquad \frac{v}{V} = \frac{n}{N} * \left(\frac{r}{R}\right)^{2/3}$$

4.1.2 Capacidad a utilizarse

Se recomienda tomar en consideración los siguientes aspectos de diseño:

- En tuberías con diámetros de hasta 300 mm, la capacidad a caudal máximo debe ser alrededor del 60% , para que exista ventilación, así como para absorber las variaciones de flujo durante las horas de máxima aportación
- En tuberías de diámetro superior, la capacidad puede variar entre el 70% y 80%

En la práctica se asume un porcentaje del 80% de la capacidad del conducto, esto se hace con el fin de obtener diseños económicos.

4.1.3 Velocidades en los conductos

4.1.3.1 Velocidad mínima

Se debe controlar la velocidad mínima de las aguas residuales en el conducto, para así evitar que se produzca sedimentación y por ende una reducción del área de la sección calculada y una disminución de la vida útil de la red.

La velocidad en alcantarillados combinado, bajo condiciones del caudal sanitario máximo instantáneo, no debe ser menor que 0.45 m/s,

preferiblemente debe ser mayor que 0.6 m/s. Esto con el fin de impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido y garantizar una condición de auto limpieza.

4.1.3.2 Velocidad máxima

Por otro lado también se debe controlar las velocidades máximas, puesto que velocidades mayores de las permisibles, ocasionarían que los sólidos arrastrados por el flujo erosionen el conducto y también las estructuras de los pozos de revisión.

A continuación se indica las velocidades máximas en función del coeficiente de rugosidad n de Manning para diferentes materiales:

Tabla 4.1 Velocidad máxima para diferentes materiales

Material	Velocidad máxima (m/s)	N
Hormigón simple	6.00	0.013
Hormigón armado	6.00	0.015
Plástico o PVC	9.00	0.011

Fuente: Parámetros de diseño de sistemas de alcantarillado, EMAAP-Q 1999

Para el presente diseño se utilizará tubería plástica, por lo tanto se evitará que la velocidad de diseño exceda el límite máximo de 9 m/s.

4.1.4 Pendiente

Las pendientes de las tuberías deben seleccionarse de manera que se adapten a la topografía de las calles y que no generen velocidades que estén fuera de los límites mencionados anteriormente.

4.1.4.1 Pendiente mínima

La pendiente mínima que tendrá una alcantarilla, viene dada por la inclinación de la tubería con la cual se logrará mantener la velocidad mínima de 0,6 m/s, transportando el caudal máximo con un nivel de agua del 80% (0,80 D) del diámetro.

De no conseguirse condiciones de flujo favorables debido al pequeño caudal evacuado, en los tramos iniciales de cada colector se deberá mantener una pendiente mínima del 0.8 %

Esta pendiente es ventajosa en el diseño de redes convencionales, ya que los costos de construcción se reducen debido a que demanda menores profundidades de instalación para las tuberías y a su vez menores costos de excavación.

CAPÍTULO V

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

5.1 DISEÑO GEOMÉTRICO - TRAZADO DE LA RED

La disposición de los tramos y de los pozos de revisión que conforman la red constituye uno de los parámetros básicos del diseño. Dicha disposición define la geometría de la red y con ésta sus características topológicas, las cuales permanecen invariables durante el diseño. Estas características incluyen el número de tramos y pozos, la unión de los mismos, la longitud de los tramos y la sectorización de los caudales que se presentan para cada punto de descarga. También, se debe determinar las áreas tributarias a cada tramo, las cuales se utilizan en el cálculo del caudal de aguas residuales.

Como parte del proceso de diseño de una red de alcantarillado y previo al cálculo hidráulico, se recomienda realizar las siguientes actividades:

5.1.1 Trazado de Ejes y Medición de longitudes

Se trazarán los ejes de los colectores por el centro de las calles, cuidando que se intercepten en un mismo punto. Las distancias serán medidas entre cada intersección de calle.

5.1.2 Ubicación de los pozos de revisión

Los pozos de revisión son estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para darles mantenimiento o hacer trabajos de limpieza.

5.1.4 Numeración de pozos de revisión

Los pozos de revisión serán numerados en el sentido de flujo. La numeración se inicia con el colector principal en el sentido de flujo desde el punto de cota más elevada hasta la cota más baja, además cada tramo de tubería recibe su numeración.

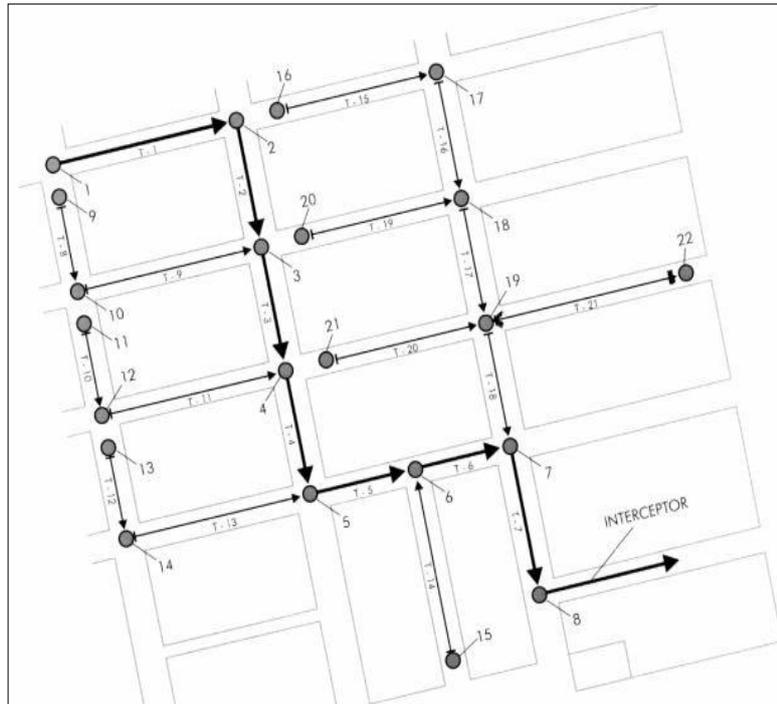


Figura 5.2 Ejemplo de numeración de pozos

5.1.5 Cotas de los pozos de revisión

Según la topografía de la zona del proyecto y con apoyo de las curvas de nivel, se determinarán las cotas de cada uno de los pozos de revisión.

5.2 ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS

5.2.1 Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad (n) de la fórmula de Manning, está determinado por el tipo de material del conducto. En consecuencia, para nuestro proyecto se ha decidido usar tuberías de PVC o Polietileno, por lo tanto asumiremos un valor de $n = 0,010$.

Utilizaremos tubería de PVC por las ventajas que detallamos a continuación:

- Mayor capacidad de conducción hidráulica.
- Máxima resistencia a la acción corrosiva del ácido sulfhídrico y a los gases de alcantarilla.
- Buen comportamiento contra la abrasión.
- Movilización más rápida y segura.
- Mínimo desperdicio por roturas durante el transporte, manipulación en obra e instalación.
- Mayor rendimiento en la instalación. No requiere equipo pesado.
- De fácil limpieza y mínimo mantenimiento

5.2.2 Diámetros y secciones de las tuberías

El diámetro mínimo que debe usarse en sistemas de alcantarillado es 200 mm para alcantarillado sanitario y 250 mm para alcantarillado pluvial. Por ningún motivo se podrá colocar tubería de un diámetro menor aunque hidráulicamente funcione correctamente.

En el diseño del sistema de alcantarillado se deben adoptar diámetros de tubería que existen en los mercados del país. Actualmente se puede encontrar a disposición tuberías con los siguientes diámetros:

Tabla 5.1 Diámetros de tuberías de PVC corrugadas para alcantarillado

DIAMETRO NOMINAL (mm)	UNIDAD	ϕ interior (mm)	ANCHO DE LA ZANJA (m)	
			Min	Max
200	6 m	181.7	0.50	0.80
250	6m	227.3	0.55	0.85
315	6m	284.6	0.60	0.90
400	6m	361.2	0.70	1.00
540	6m	500	0.90	1.50
650	6m	600	1.00	1.60
760	6m	700	1.20	1.70

Fuente: Plastigama

5.2.3 Profundidades y ubicación

La profundidad de la red de alcantarillado está dada por las dimensiones de los conductos más una altura de seguridad debido al relleno sobre la clave, se recomienda sea mínima 1.20 y máxima 5.00 m.

Es importante considerar que la profundidad de la tubería será lo suficiente para recoger las aguas servidas de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada.

Con respecto a la ubicación de las tuberías, se debe tener mucho cuidado cuando en un pozo de revisión llegan tuberías y a su vez sale una de inicio desde él, la cota del invert de la tubería de inicio debe estar como mínimo a la altura de la cota de la clave de la tubería de menor profundidad para garantizar que el tramo sea de inicio.

También se tiene que considerar que la altura mínima entre el invert de la tubería de entrada y el invert de la tubería salida del pozo debe ser 5 cm, esto con la finalidad de no generar una estructura de caída

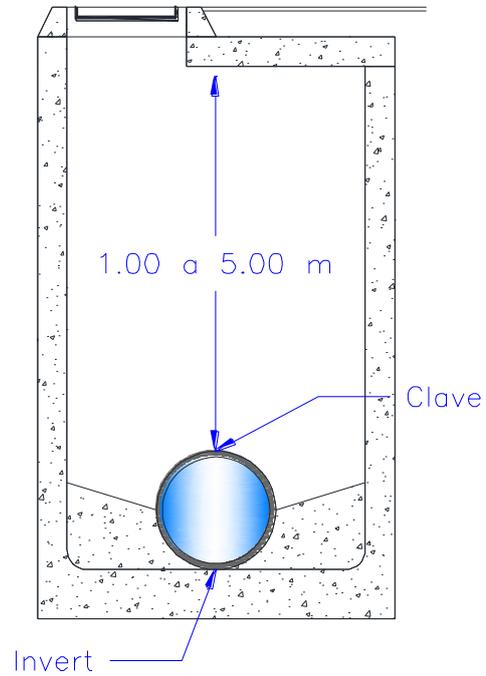


Figura 5.3 Esquema de profundidad de la tubería

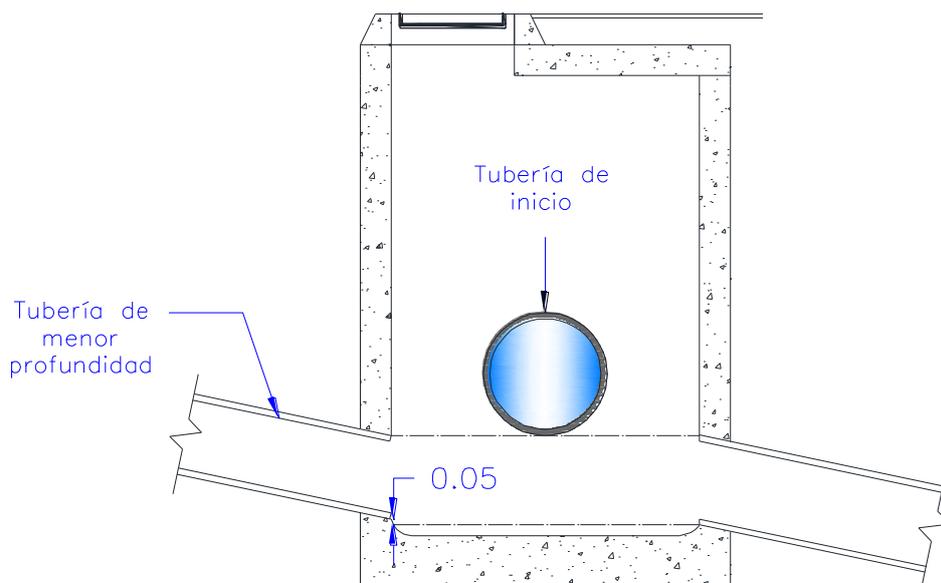


Figura 5.4 Esquema de ubicación de las tuberías

5.3 MODELO HIDRÁULICO

Para generar el modelo hidráulico de la red de alcantarillado combinado de Ascázubi se ha utilizado el programa SewerCAD V.5., en donde cada pozo de revisión o pozo de salida se representa a través de un nudo, mientras que los tramos se representan por medio de líneas que unen los nudos antes mencionados.

Cada red se dibujada esquemáticamente utilizando el botón  de la barra de objetos; los pozos de revisión se marcan automáticamente al trazar cada tramo de tubería. Para ingresar un pozo de salida de caudal se utilizada el botón  de la barra de objetos; este pozo se ubicada al final de cada red o donde se recoge todo el caudal generado en la red.

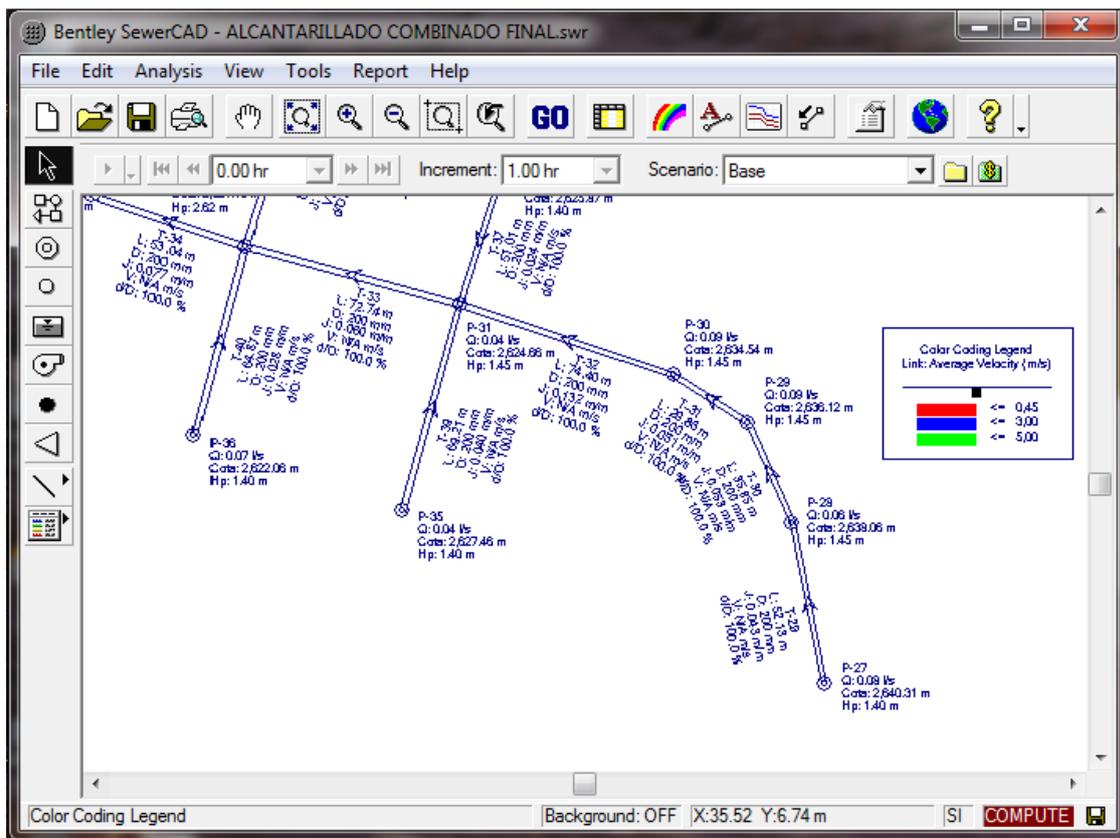


Figura 5.5 Modelo de una red trazada en SewerCAD

A cada pozo de revisión se le asigna un identificador (Pozo N°), la cota del terreno, el caudal de diseño y la altura. De la misma manera a cada tramo de la red se le asigna un identificador (T-N°), la longitud, la pendiente, la velocidad, el material y la relación d/D.

En cada pozo de revisión se tiene que ingresar como dato la cota y el caudal de diseño, mientras que en los tramos de tubería se tiene que ingresar su respectiva longitud.

En el programa es necesario definir las restricciones que tendrá la red respecto a velocidad, profundidad de la tubería, pendiente y capacidad a utilizarse

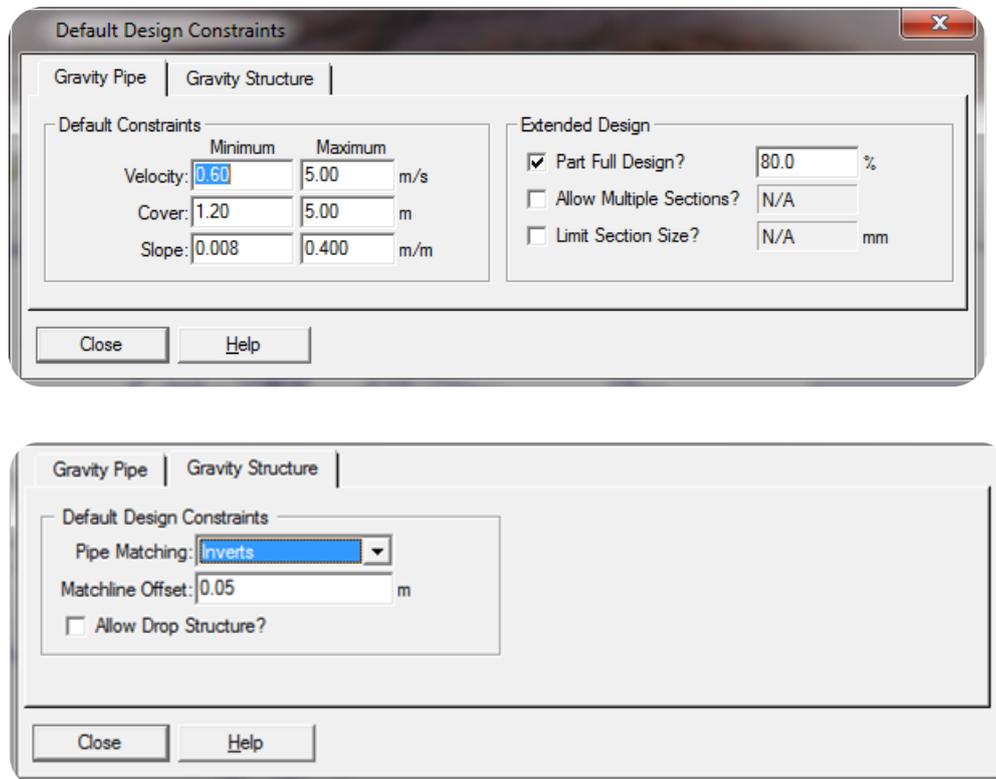


Figura 5.6 Ventana de restricciones en la tubería de la red de alcantarillado

Una vez ingresado todos los datos en el modelo de la red se procede a correr el programa. El software proporciona los resultados del cálculo hidráulico de la red, los cuales incluyen la información geométrica e hidráulica pertinente.

CAPÍTULO VI

DESCARGA Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS

6.1 DERIVADORES DE CAUDAL

Con el objeto de posibilitar la separación de caudales, se emplean estructuras de derivación que pueden diseñarse de diferentes maneras, para este caso se adoptado un modelo que simplifica la construcción y operación del mismo, según se indica a continuación:

- La estructura de derivación tiene dos compartimentos: la cámara principal a la cual llegan el o los colectores combinados y de la cual sale el colector de descarga de excesos de aguas combinadas hacia la quebrada, y una cámara adyacente a la cual se deriva el agua residual. Desde esta cámara adyacente se descarga el agua residual al interceptor.
- El caudal sanitario afluente a la cámara principal, es derivado a la cámara adyacente a través de una abertura de sección rectangular cuyas dimensiones son las mínimas requeridas para que a través de ella pase el caudal sanitario de diseño. De esta manera, se restringe el caudal combinado derivado al interceptor durante las precipitaciones.
- La tubería principal de evacuación de excesos de escurrimiento pluvial, parte de una cota igual o ligeramente superior a la de la clave de la abertura rectangular por el que se deriva el agua residual, con lo cual se evita su descarga directa a los cuerpos superficiales en tiempo seco.
- Durante las lluvias, el agua combinada es descargada a los ríos o quebradas a través de la tubería principal de evacuación de excesos de caudal. Puesto que se incrementa el calado de agua en la cámara

principal de la estructura de derivación, se incrementará también el caudal de aguas combinadas que ingresa por la abertura rectangular hacia la cámara adyacente y con ello al interceptor.

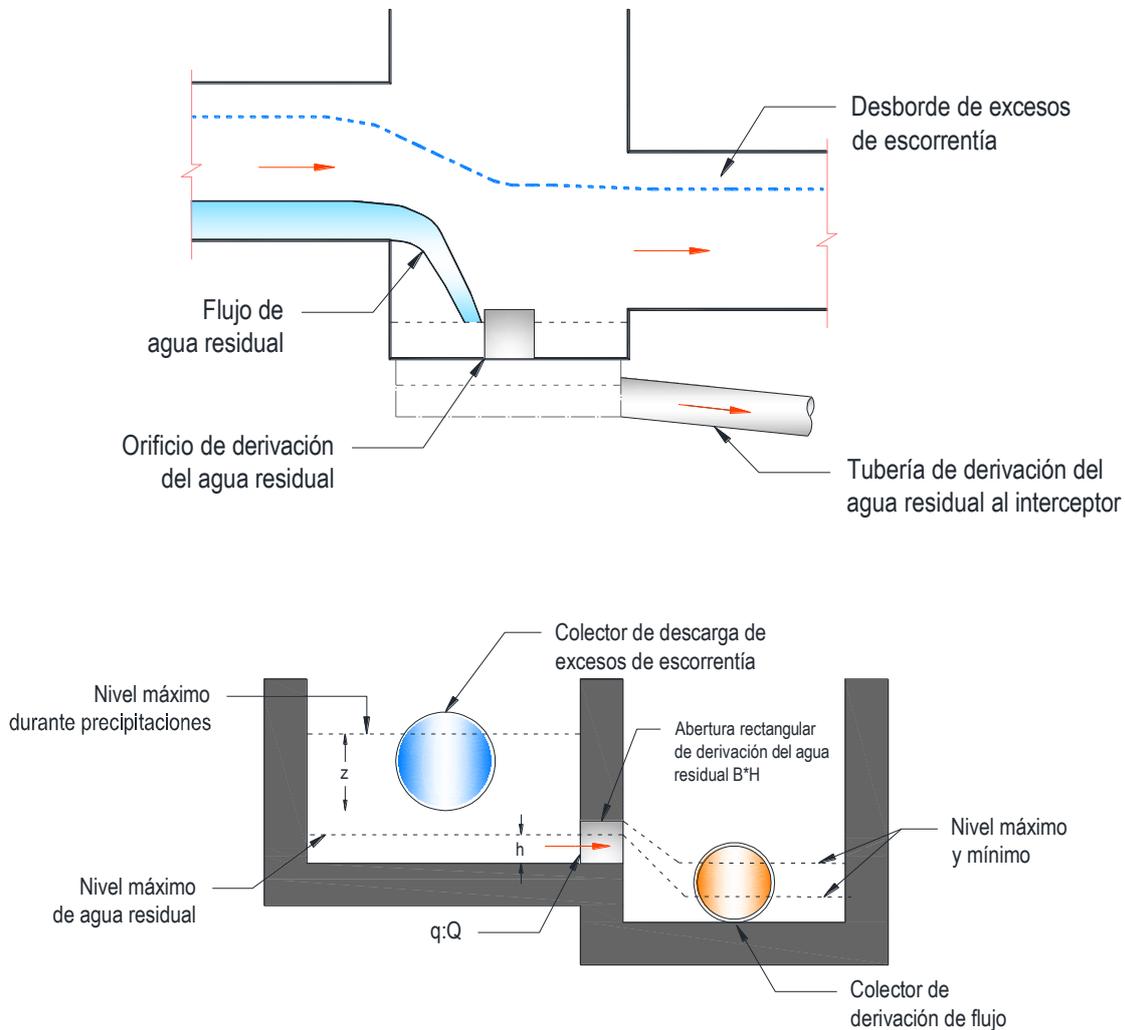


Figura 6.1 Esquema de la estructura de derivación de orificio lateral

6.1.1 Diseño

Para efectos de calcular los caudales derivados, se considera que la abertura opera como un vertedero rectangular de descarga libre, hasta un calado igual a su altura (caso de derivación de aguas residuales solamente); y como una compuerta sumergida para calados mayores a su altura (derivación de aguas combinadas durante las precipitaciones).

Las ecuaciones a aplicarse en cada caso son:

Para $h < H$:

$$q = M * B * h^{\frac{3}{2}}$$

- q: Caudal sanitario derivado (m³/s)
- M: Coeficiente de descarga, M= 2
- B: Longitud de la base del vertedero
- h: Calado de agua en la cámara principal

Para $h > H$:

$$Q = C * A * \sqrt{2 * g * z}$$

- Q: Caudal combinado derivado (m³/s)
- C: Coeficiente de descarga que depende de la relación z/H (C=0.70, valor medio)
- A: Área transversal de la abertura rectangular (A=B*H)
- z: Altura de la lámina de agua, sobre la clave de la abertura rectangular (m)

6.1.2 Factor de dilución en interceptor

En los sistemas de alcantarillado combinado es necesario definir el caudal a ser interceptado y transportado hasta las plantas de tratamiento.

Uno de los parámetros críticos en el diseño tiene que ver con el factor de dilución. Este factor se expresa la relación entre el caudal interceptado y el caudal de aguas residuales a tiempo seco y se lo determina en base a dos factores; el económico relacionado con la capacidad del interceptor y el ambiental relacionado con la máxima carga contaminante que se puede verter al curso de agua.

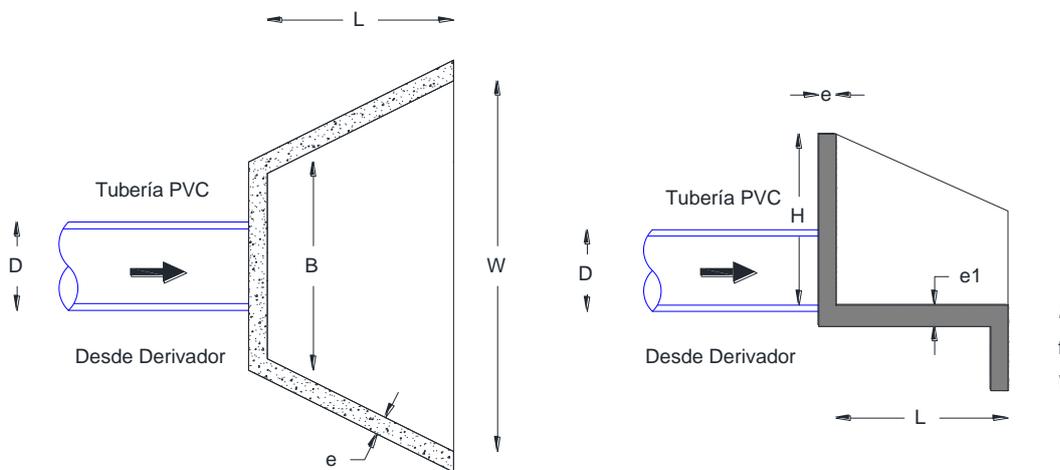
6.2 ESTRUCTURA DE DESCARGA

6.2.1 Descarga con dissipador de impacto

Para el caso de descargas de excesos de agua combinada a través de colectores de pequeño diámetro (menor a 600mm) y velocidades de flujo bajas o moderadas (menores a 3.5 m/s), se consideran estructuras de descarga simples, consistentes solamente en un pequeño tramo de losa de fondo y muros de ala laterales para garantizar la estabilidad del extremo de la tubería.

El dimensionamiento de estos dissipadores se basa en relaciones geométricas dependientes del diámetro del ducto de ingreso. Existen modelos tipo ya establecidos, a continuación se ilustra la forma a través de un esquema.

Figura 6.2 Esquema de la estructura de descarga con dissipador de impacto



6.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

6.3.1 Introducción

En la actualidad las aguas servidas provenientes de la parroquia de Ascázubi reciben un tratamiento inadecuado, ya que los tanques de oxidación existentes no han recibido mantenimiento alguno. En tal virtud, la descarga que se realiza hacia la quebrada El Manzano no cumple con los requisitos mínimos que para el efecto tiene el Tratado Unificado de Legislación Ambiental (TULAS).

Para determinar el grado de tratamiento que deben recibir las aguas servidas, previo a su descarga, es necesario realizar un estudio tanto de los vertidos como del cuerpo receptor. En nuestro caso, el cuerpo receptor es una quebrada, la cual en épocas de estiaje es seca y solo recibe los efluentes de la planta de tratamiento. Por lo mencionado, hemos obviado el estudio del cuerpo receptor y solo se ha realizado una campaña de muestreo de las aguas servidas.

6.3.2 Campaña de muestreo de las aguas servidas

El objetivo de la campaña de muestreo es obtener una parte representativa del material en estudio, en este caso de las aguas servidas de la parroquia, las cuales serán analizadas para determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de interés.

Las muestras fueron recolectadas del último pozo de revisión que existe antes de la planta de tratamiento, siguiendo las normas de la WPCF (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater). El tipo de muestra que se extrajo fue simple o puntual; este tipo de muestra representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su captación.

Los resultados emitidos por el laboratorio de aguas TRAHISA fueron:

Tabla 6.1 Análisis de aguas residuales de Ascázubi

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO	UNIDAD	VALOR
DBO ₅	mg/l	196
DQO	mg/l	482
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l	254
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	610
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	272
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/l	3.00
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	UNIDAD	VALOR
COLIFORMES FECALES	Nmp/100 ml	460 x 10 ⁵
COLIFORMES TOTALES	Nmp/100 ml	460 x 10 ⁵

Fuente: Laboratorio TRAHISA

6.3.3 Descripción del sistema de tratamiento Tanque Séptico - FAFA

Para que el tratamiento o depuración de las aguas residuales provenientes de uso doméstico en la población de Ascázubi sea más eficaz se ha previsto un sistema de tratamiento compuesto de un tanque séptico y filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA

Es un sistema complementario, trabaja muy bien de forma asociada. Se utiliza donde no se puede asegurar una operación constante y un personal especializado.

El tanque séptico remueve la mayor parte de los sólidos en suspensión, los cuales sedimentan o sufren un proceso de digestión anaeróbica en el fondo del tanque. La materia orgánica efluente del tanque séptico se dirige al filtro anaerobio, donde ocurre su remoción, también en condiciones anaerobias.

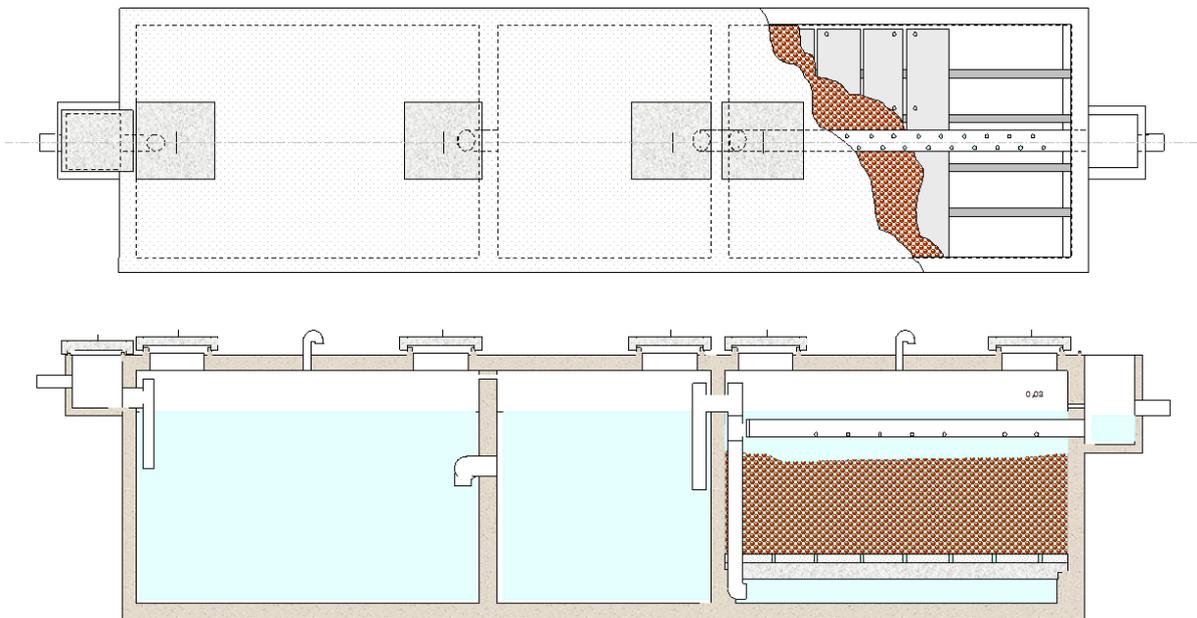
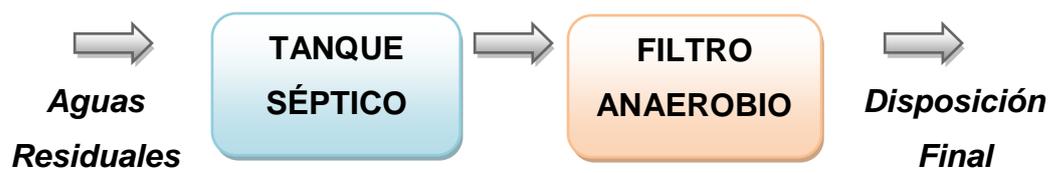


Figura 6.3 Esquema de Tanque séptico con filtro anaerobio

En el cuadro siguiente se indica una recopilación de los porcentajes de remoción utilizando este sistema:

Tabla 6.2 Valores típicos de remoción

PARÁMETRO	EFICIENCIA DE REMOCIÓN %
DBO	70 - 90
NITRÓGENO	10 - 25
FÓSFORO	10 - 20
COLIFORMES FECALES	60 - 90

Fuente: Propia

- **Generalidades del tanque séptico**

Es uno de los dispositivos más antiguos y ampliamente utilizados a nivel mundial, consiste en un tanque hermético de concreto, generalmente rectangular.

Se diseña para un tiempo de retención de 12 a 24 horas. Se puede construir de uno, dos o tres compartimientos. La doble cámara proporciona mayor remoción de sólidos en suspensión, convirtiéndole en una protección del filtro anaerobio.

Durante el período de retención los sólidos más densos se sedimentan acumulándose en el fondo del tanque, formando el lodo. La mayoría de los sólidos ligeros, como las grasas, permanecen en el tanque, formando una especie de espuma en la superficie del agua, mientras el efluente se lleva el resto al sistema final de evacuación.

Los sólidos retenidos en el tanque séptico sufren una descomposición anaerobia producida por la acción de bacterias; el líquido parcialmente clarificado sale del tanque y es conducido por medio de tuberías hacia su posterior tratamiento. La parte sólida que se acumula en el tanque debe ser retirada periódicamente.

En resumen, en el tanque séptico se llevan cabo los siguientes procesos:

- Retención de espumas y flotantes
- Sedimentación de sólidos
- Almacenamiento y digestión anaerobia de lodos

La remoción del DBO en un tanque séptico puede ser del 30% al 50%, de grasa y aceites un 70 al 80%, de fósforo un 15% y de un 50% al 70% de sólidos sedimentables, para aguas residuales domésticas típicas.

- **Generalidades del filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA**

Es un tanque de concreto lleno de piedras u otro material inerte como el plástico de polipropileno, que sirve de soporte para los microorganismos, constituyendo un lecho con elevado grado de vacíos.

El principio básico de tratamiento lo realizan bacterias anaerobias que crecen y se adhieren al medio de soporte, formando una capa biológica, que al ponerse en contacto con el agua residual degrada anaeróbicamente la materia orgánica y se produce metano, CO₂ como productos finales.

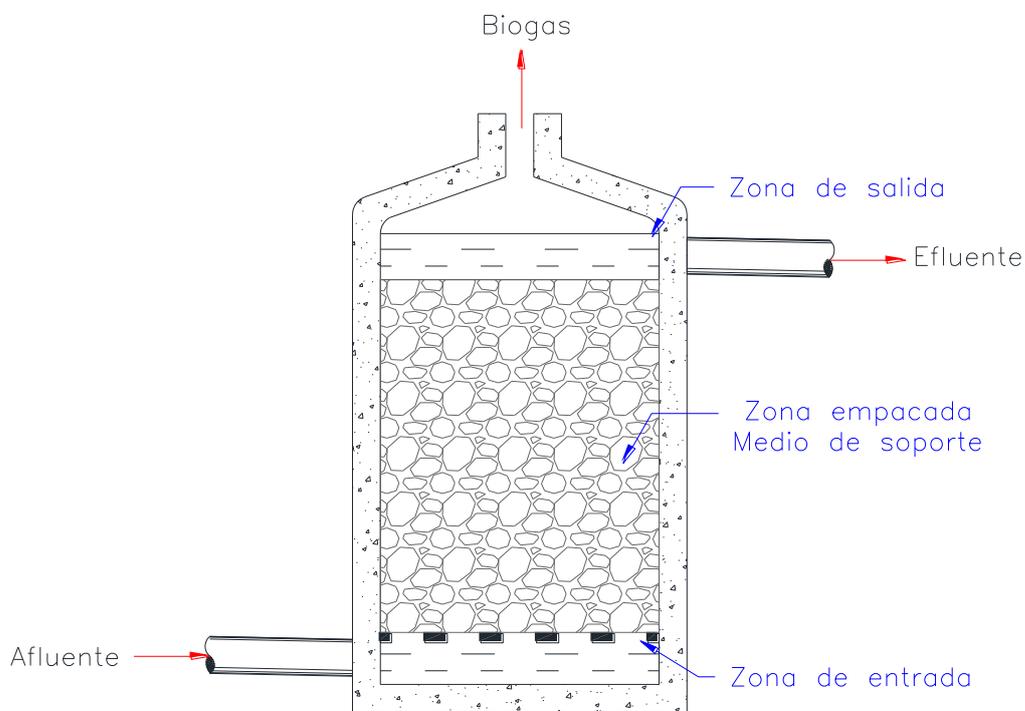


Figura 6.4 Filtro anaerobio de flujo ascendente

Este sistema permite remover la materia orgánica disuelta que no logra hacer el tanque séptico

Con este sistema se pueden lograr eficiencias del orden del 30 al 60% en remoción de DBO₅ y 80% de sólidos suspendidos, lo cual permite que el efluente sea descargado directamente a los cuerpos de agua.

6.3.4 Proceso de funcionamiento

Los sólidos retenidos en el tanque séptico sufren una descomposición anaerobia producida por la acción de bacterias; el líquido parcialmente clarificado sale del tanque y es conducido por medio de tuberías hacia su tratamiento. La parte sólida que se acumula en el tanque debe ser retirada periódicamente.

El líquido proveniente del tanque séptico entra por el falso fondo perforado del filtro anaerobio, fluye a través del material de soporte, donde crea una película biológica que degrada anaeróbicamente la materia orgánica en ausencia de oxígeno, y finalmente el líquido obtenido es recogido en la parte superior mediante una tubería perforada o una canaleta.

6.4 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA

A continuación se procederá con los cálculos y parámetros usados para el dimensionamiento del sistema tanque séptico con filtro anaerobio

6.4.1 Datos de entrada

Para el presente proyecto tenemos los siguientes datos para dimensionar el sistema de tratamiento tanto en la descarga 1 y 2:

- N: Número de contribuyentes diario

Descarga 1 : 1623 Hab

Descarga 2 : 2707 Hab

- C: Contribución de aguas servidas

$$\text{Por consumo de agua potable} = 150 \frac{\text{lt}}{\text{hab} * \text{día}} * 0.80 = 120 \frac{\text{lt}}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$\text{Por aguas ilícitas} = 80 \frac{\text{lt}}{\text{hab} - \text{día}} * 0.80 = 64 \frac{\text{lt}}{\text{hab} - \text{día}}$$

$$\text{Total Aguas Servidas} = 184 \frac{\text{lt}}{\text{hab} - \text{día}}$$

- Caudal de diseño

$$Q \text{ descarga} = N * C$$

$$Q \text{ descarga 1} = 1623 \text{hab} * 184 \frac{\text{lt}}{\text{hab} - \text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{s}} = 3.46 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$Q \text{ descarga 2} = 2707 \text{hab} * 184 \frac{\text{lt}}{\text{hab} - \text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{s}} = 5.76 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

6.4.2 Diseño del tanque séptico

a. Capacidad y dimensiones

La capacidad total de un tanque séptico se determina en base al tiempo de retención:

$$V_s = Q_d * t_r$$

Donde:

Q_d : Caudal de diseño

t_r : Tiempo de retención del tanque séptico

En la tabla 6.3 se muestra el tiempo de retención de acuerdo con la contribución diaria de aguas servidas.

Tabla 6.3 Tiempo de retención

CONTRIBUCIÓN l/día	TIEMPO DE RETENCIÓN	
	horas	Días
<6000	24	1
6000 – 7000	21	0.875
7000 – 8000	19	0.79
8000 – 9000	18	0.75
9000 – 10000	17	0.71
10000 – 11000	16	0.67
11000 – 12000	15	0.625
12000 – 13000	14	0.585
13000 – 14000	13	0.54
>14000	12	0.50

Fuente: RAS 2000 Tabla E.7.2

$$\text{Contribución descarga} > 14000 \frac{l}{\text{día}} \therefore tc = 12 \text{ horas} = 0.5 \text{ día}$$

Según normas colombianas (RAS 2000), las dimensiones que se deben adoptar para el tanque séptico deben cumplir con las siguientes restricciones:

$$\text{Altura} \quad 1.80 \leq h_t \leq 2.80$$

$$\text{Relación largo / ancho} \quad 2.00 \leq L_s/b_s \leq 4.00$$

$$\text{Longitud de cámaras} \quad L_1 = 2/3 L_s \quad L_2 = 1/3 L_s$$

b. Período de desenlode

La frecuencia de limpieza se puede calcular suponiendo una capacidad para lodos de un tercio del volumen del tanque y una tasa de acumulación de 0.04 m³ por persona servida por año.

$$P = \frac{V_s}{3 * t_{acum} * N}$$

Donde:

V_s : Volumen del tanque séptico m^3

t_{acum} : Tasa de acumulación de lodos por persona

N : Población servida

6.4.3 Diseño del filtro anaerobio de flujo ascendente

a. Capacidad y dimensiones

Para determinar el volumen del filtro anaerobio se recomienda utilizar la siguiente ecuación:

$$V_f = Q_d * t_f$$

Donde:

Q_d : Caudal de diseño

t_f : Tiempo de retención del filtro

Para un filtro anaerobio se recomienda utilizar un tiempo de retención de mínimo 2.5 horas y máximo 12 horas. Para nuestro proyecto utilizaremos un valor medio de 6 horas.

$$t_f = 6 \text{ horas} = 0.25 \text{ día}$$

Las dimensiones del filtro anaerobio también se deben adoptar en base a especificaciones, las normas colombianas establecen las siguientes restricciones:

Altura $h_f \geq 0.60 \text{ m}$

Relación largo / ancho $1.00 \leq L_f/b_f \leq 3.00$

b. Medio de soporte

Como medio de soporte para los filtros anaerobios, se recomienda la piedra: triturada angulosa, o redonda (grava); sin finos, de tamaño entre 4 y 6 cm.

En el anexo C se adjunta las dimensiones obtenidas en el cálculo hidráulico del sistema de tratamiento y en el anexo D se detalla su cálculo estructural.

6.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El sistema diseñado para tratar las aguas residuales domésticas de la parroquia de Ascázubi, es de funcionamiento hidráulico, por lo tanto se deben presentar una serie de recomendaciones que garanticen el buen funcionamiento y operación de las plantas.

6.5.1 Operación y Mantenimiento del tanque séptico

Cuando la construcción de la estructura del Tanque Séptico está terminada y antes de hacer los rellenos laterales, debe llenarse con agua para verificar su estanqueidad. Si hay fugas deben taponarse y volver a probar el tanque hasta que esté en condiciones adecuadas de trabajo.

Se mantendrán los siguientes cuidados para lograr un óptimo funcionamiento del tanque séptico:

- a)** Deberá impedirse la entrada de aguas superficiales al tanque.
- b)** Para evitar los inconvenientes y malos olores que ocurren en el inicio de la operación de los tanques, se recomienda la introducción de 50 a 100 litros de lodo proveniente de tanques sépticos antiguos o, en la ausencia de estos, la misma cantidad de suelo rico en humus o estiércol fresco,

con el fin de proporcionar las bacterias necesarias para la descomposición de la materia orgánica.

- c)** Cuando el tanque séptico en funcionamiento produzca malos olores, será conveniente adicionar una sustancia alcalinizante, como por ejemplo cal.
- d)** Los tanques sépticos deberán ser inspeccionados al menos una vez por año, ya que esta es la única manera de determinar cuándo se requiere una operación de mantenimiento y limpieza.

Cuando se realiza la limpieza en los tanques sépticos, se deberán tomar las siguientes precauciones:

- e)** No deberá lavarse ni desinfectarse el tanque, después de la evacuación del lodo, ya que debe dejarse una cantidad de lodos para propósitos de inoculación y reactivación del proceso de digestión.
- f)** En el momento de efectuar la operación de limpieza, deberá tenerse cuidado de no entrar en el tanque hasta que sea profusamente ventilado y los gases se hayan desalojado, para evitar riesgos de explosión o asfixia.
- g)** Es necesario tener cuidado en la manipulación de los lodos y natas extraídos, puesto que existirá alguna porción sin digerir que podrá representar peligro para la salud.
- h)** Para tanques séptico de volúmenes grandes, deberá acondicionarse la forma de realizar el mantenimiento, de una manera hidráulica o mecánica
- i)** La limpieza del tanque séptico, deberá realizarse en el momento en que su capacidad se reduzca debido a la acumulación de lodos y natas.

Los lodos y natas extraídos serán dispuestos de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

- a)** Los lodos y natas extraídos del tanque séptico suelen contener alguna porción sin digerir que sigue siendo nociva y puede presentar un peligro para la salud. Dicho lodo no podrá ser utilizado inmediatamente como

abono, pero para ello se puede mezclar convenientemente con otros residuos orgánicos como hierba cortada, basura, etc., y solamente se usarán en cultivos cuyos productos no se ingieran crudos.

- b) No se permitirá su descarga directa a corrientes de agua, al alcantarillado, al suelo, ni podrán ser depositados descuidadamente sobre el terreno. Si no se usan como abono, se deberán enterrar en zanjas de 0.60 de profundidad, en lugares no habitados y autorizados.

6.5.2 Operación y Mantenimiento del Filtro Anaerobio

Para los filtros anaerobios mayores a 12 m³, deberá proveerse la forma de realizar el mantenimiento, mediante una forma hidráulica o mecánica, incluyendo el falso fondo.

Como el sistema de tanque séptico - filtro anaerobio dependen de la actividad biológica, se debe evitar que aquellas sustancias tóxicas que puedan dañar el sistema, lleguen a él.

El período de limpieza del filtro deberá coincidir con la limpieza del tanque séptico.

Se recomienda que al realizar esta actividad, el filtro drene sus aguas hasta el tanque séptico desocupado, y luego se realice el retrolavado, si la localización lo permite, con una o dos cargas de agua limpia

CAPITULO VII

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

7.1 OBJETIVOS

Debido a que la construcción del sistema de alcantarillado sanitario de la parroquia de Ascázubi producirá varios efectos en el medio ambiente se hace necesario realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el cual tiene los siguientes objetivos:

- Identificar los efectos ambientales generados por las acciones del proyecto en sus fases de construcción, operación y mantenimiento
- Cuantificar el impacto y establecer las medidas preventivas y correctivas para eliminar, mitigar o compensar dichos efectos.

7.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de impactos ambientales implica la identificación, predicción e interpretación de los impactos que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado.

La metodología utilizada, toma en cuenta las características ambientales del área de influencia, es decir la importancia de los factores ambientales, además de las actividades involucradas en la fase de construcción, y en la fase de operación y mantenimiento del proyecto. Para el efecto, se utilizó el método de la matriz de causa – efecto (Matriz de Leopold), el cual relaciona los factores ambientales versus las acciones, buscando la existencia o probabilidad de ocurrencia de impactos en cada interacción.

7.2.1 Factores ambientales a ser evaluados

Se ha seleccionado un número apropiado de características ambientales según subcomponentes. A continuación, constan las características ambientales consideradas; su clasificación de acuerdo al componente que pertenece; y, la definición de su inclusión en la caracterización ambiental.

Tabla 7.1. Análisis de los factores ambientales

COMP. AMBIENTAL	SUB COMP.	FACTOR AMBIENTAL	DEFINICIÓN
ABIOTICO	AIRE	CALIDAD DEL AIRE	Variación de los niveles de emisión e inmisión en el área de influencia.
		NIVEL SONORO	Producción de ruido originados por movimiento de maquinarias
	SUELO	CARACT. FÍSICO QUÍMICAS	Modificación permanente en áreas operativas y de influencia debido a la extracción y movimiento de tierras.
		EROSIÓN	Afectación de la superficie producto de la remoción vegetal y aparición de nuevas escorrentías
	AGUA	RECURSOS HIDRICOS	Obstrucción o relleno de cursos de agua, afectados por el proyecto, en especial durante la etapa de construcción.
	BIOTICO	FLORA	COBERTURA VEGETAL
FAUNA		AVES	Afectación a las especies de aves que existen en la cobertura vegetal.
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL	NATURALIDAD	Alteración de la expresión propia del entorno natural,

		VISTA PANORAMICA Y PAISAJE	Alteración del paisaje actual, especialmente en el área de influencia directa del proyecto.
	INFRA - ESTRUCTURA	RED VIAL	Alteración del tránsito
		ACCESIBILIDAD	Referido a la facilidad que prestará las vías alternas para acceder y salir del área de influencia.
		SERVICIOS BÁSICOS	Interferencia con el sistema de agua potable , electricidad,
	HUMANOS	CALIDAD DE VIDA	Interferencia en los aspectos de salud y económicos de la población.
		TRANQUILIDAD	Alteración ambiental derivada de la ejecución del proyecto, evidenciada proyecto del ruido; vibraciones; olores; polvo.
		CONDICIONES DE CIRCULACION	Cambio de las condiciones de circulación vehicular.
	ECONOMIA Y POBLACION	EMPLEO	Variación de la capacidad de absorber la población económica activa (PEA), en las diferentes actividades productivas directas e indirectas generadas por el proyecto.
		ECONOMIA LOCAL	Variación de la dinámica local debido a la construcción y funcionamiento del proyecto.
		CAMBIOS EN EL VALOR DEL SUELO	Variación del costo real del suelo en función de la oferta y demanda debido a la ejecución del proyecto.

Fuente: Propia

Para la realización del Estudio de Impacto Ambiental se ha conformado un registro de acciones de tal manera que sean lo más representativas del estudio. Las cuales constan en el siguiente cuadro:

Tabla 7.2. Acciones del proyecto durante la etapa de construcción

ACCIÓN	DEFINICIÓN
MOVIMIENTO DE TIERRAS	Comprende todo trabajo de movimiento de tierras para conformar la zanja y/o la construcción de las obras inherentes a la misma.
PREPARACION DE MATERIALES	Referido a la preparación de materiales, especialmente hormigón y relleno, necesarios para la construcción del proyecto y sus obras conexas.
MOVIMIENTO DE MAQUINARIA	Comprende el movimiento o trabajo de la maquinaria y los equipos que intervendrán en la ejecución de los diferentes trabajo previstos dentro del proyecto.
CONSTRUCCION DE SISTEMA COLECTOR Y TRATAMIENTO	La construcción del proyecto comprende la instalación de tubería y accesorios, así como la descarga.
RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS	Comprende el relleno de las zanjas donde se colocó las tuberías. El relleno va acompañado de una compactación capa por capa.
SEÑALIZACION DE LOS TRABAJOS DEL PROYECTO	Se refiere a la utilización de rótulos, cinta plástica de peligro, conos de seguridad.
DEPOSITO DE MATERIALES	Comprende el sitio escogido para el depósito de escombros y desechos generados durante la construcción.

Fuente: Propia

Así mismo se establecieron las siguientes acciones para la fase de operación del proyecto:

Tabla 7.3. Acciones del proyecto durante la fase de O&M

ACCIÓN	DEFINICIÓN
CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL	Con la construcción del proyecto se evitará la contaminación de las aguas subterráneas y el vertido de los efluentes sanitarios domiciliarios al medio ambiente.
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y RED COLECTORA	El sistema de alcantarillado deberá ser sometido a periódicas revisiones y tareas encaminadas a mantener la eficiencia del sistema.
NIVEL DE VIDA DE LA POBLACION	La población será beneficiada por los impactos positivos que genere el proyecto.

Fuente: Propia

7.2.2 Metodología de Evaluación

7.2.2.1 Introducción

Un impacto ambiental, es todo cambio neto, positivo o negativo, que se pronostica se producirá en el medio ambiente, como resultado de una acción de desarrollo a ejecutarse.

Para la evaluación de los potenciales impactos ambientales que se producirán en el área de influencia, se ha desarrollado una matriz causa - efecto, en donde

su análisis según filas posee los factores ambientales que caracterizan el entorno, y su análisis según columnas corresponde a las acciones de las distintas fases

7.2.2.2 Identificación de impactos

El proceso de verificación de una interacción entre la causa (acción considerada) y su efecto sobre el medio ambiente (factores ambientales), se ha materializado realizando una marca gráfica en la celda de cruce, correspondiente en la matriz causa - efecto desarrollada específicamente para cada etapa del proyecto, obteniéndose como resultado las denominadas Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.

Adicionalmente, se ha proporcionado el carácter o tipo de afectación de la interacción analizada, es decir, se le ha designado como de orden positivo o negativo.

7.2.2.3 Predicción de impactos: Calificación y cuantificación de impactos

La predicción de impactos ambientales, se la ejecuta valorando la magnitud y la importancia de cada impacto previamente identificado.



La magnitud del impacto se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental en el ámbito específico en que actúa, para lo cual se puntúa directamente en base al juicio técnico.

La importancia del impacto sobre un factor se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia en la calidad ambiental.

Para evaluar tanto la magnitud como la importancia hemos mantenido una escala de puntuación de 1 a 10. En la siguiente tabla detallamos su clasificación según su valoración:

Tabla 7.4 Valoración de magnitud e importancia del impacto ambiental

TIPO	CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN
MAGNITUD	Alta	10
	Media	5
	Baja	1
IMPORTANCIA	Alta	10
	Media	5
	Baja	1

Fuente: Propia

Los valores que hemos asignando a la magnitud e importancia se hallan en la Matriz N° 1 (**Anexo B**), junto con la identificación y carácter del impacto,

Finalmente para cuantificar el impacto ambiental se ha decidido realizar la media geométrica de la multiplicación de los valores de importancia y magnitud, respetando el signo de su carácter. El resultado de esta operación se lo denomina Valor del Impacto y responde a la ecuación:

$$\text{Valor del impacto} = \pm(\text{Magnitud} * \text{Importancia})^{0.5}$$

En virtud a la metodología utilizada, un impacto ambiental puede alcanzar un valor del impacto máximo de 10 y mínimo de 1. Los valores cercanos a 1, denotan impactos intrascendentes y de poca influencia en el entorno, por el contrario, valores mayores a 6.5 corresponden a impactos de elevada incidencia en el medio, sea estos de carácter positivo o negativo.

El cálculo del valor del impacto para cada interacción identificada, se halla en la Matriz No. 2 (**Anexo B**)

7.2.2.4 Categorización de impactos ambientales

La Categorización de los impactos ambientales identificados y evaluados, se lo ha realizado en base al Valor del Impacto, determinado en el proceso de predicción. Se han conformado 4 categorías de impactos, a saber:

- Altamente Significativos;
- Significativos;
- Despreciables; y
- Benéficos.

La categorización proporcionada a los impactos ambientales, se lo puede definir de la manera siguiente:

- a) Impactos Altamente Significativos:** Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es mayor o igual a 6.5 y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir, de extensión generalizada, con afección de tipo irreversible y de duración permanente.
- b) Impactos Significativos:** Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es menor a 6.5 pero mayor o igual a 4.5, cuyas características son: factibles de corrección, de extensión local y duración temporal.
- c) Despreciables:** Corresponden a todos los aquellos impactos de carácter negativo, con Valor del Impacto menor a 4.5. Pertenecen a esta categoría los impactos capaces plenamente de corrección y por ende compensados durante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, son reversibles, de duración esporádica y con influencia puntual.

d) **Benéficos:** Aquellos de carácter positivo, que son benéficos para el proyecto.

7.2.3 Descripción de afecciones al ambiente

Fase de construcción

En el análisis de Impacto Ambiental del proyecto, durante la etapa de construcción se han identificado un total de 43 interacciones causa – efecto, de acuerdo al siguiente resumen:

Tabla 7.5 Categorización de impactos en la fase de construcción

IMPACTOS	NUMERO	PORCENTAJE
Altamente significativos	1	2.3
Significativos	7	16.3
Despreciables	33	76.7
Benéficos	2	4.65
Totales	43	100.00

Fuente: Propia

Del análisis de la Matriz N°2 se observa que los impactos negativos altamente significativos se generan por la ejecución de tareas como el movimiento de tierras, construcción del sistema, para dar un valor acumulado de impactos negativos de 95.34%, y un porcentaje de factores benéficos de 4.65%.

Fase de O&M

Para la parte de impactos ambientales generados en la fase de operación y mantenimiento se ha detectado un total de 14 interacciones causa-efecto, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 7.6 Categorización de impactos en la fase O&M

IMPACTOS	NÚMERO	PORCENTAJE
Altamente significativos	-	-
Significativos	-	-
Despreciables	-	-
Benéficos	14	100.00
Totales	14	100.00

Fuente: Propia

En este cuadro se puede apreciar el beneficio que representará para la parroquia de Ascázubi el funcionamiento del proyecto totalmente terminado.

7.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación son un instrumento destinado a proveer de prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar o controlar aquellos impactos ambientales o sociales negativos determinados como significativos.

Calidad del aire

A fin de evitar la generación de polvo, en los frentes de trabajo, se deberá regar agua sobre los suelos superficiales expuestos al tránsito vehicular, mediante la utilización de carros cisternas que humedecerán el material en las áreas de trabajo. Para los sitios de acopio de materiales, éstos deben cubrirse con lonas u otro material que atenúe el efecto de los vientos.

Nivel de ruido

- Se considera que debido a las acciones propias de la construcción se originarán niveles de ruido por la utilización de maquinaria, sin embargo

estas son acciones muy puntuales, necesarias e inevitables pero de carácter temporal. Sin embargo, en lo posible se deberá elegir equipos y maquinarias que sean poco ruidosos y además deberá efectuarse un mantenimiento adecuado de los mismos.

- Por lo mencionado, se deberá dotar de materiales de protección auditiva al personal que labora con equipos y cerca de las maquinarias que generen ruido significativo, superior a 75 dB.

Calidad del agua, suelo

- Considerar un transporte seguro y adecuado de la mezcla de hormigón, para evitar derrames en suelos laterales a la vía o a las corrientes de agua.
- Los residuos generados por el proyecto deberán ser llevados a un botadero autorizado y por ningún motivo se dejarán en sitios aledaños al proyecto.
- Deberá hacerse el depósito de los materiales como rellenos en los sitios autorizados por el Municipio de Cayambe, de manera técnica minimizando los posibles impactos ambientales que se generen.

Flora y Fauna

- No se deberá efectuar acciones que afecten a la flora y fauna ubicada en los alrededores área de influencia de proyecto.
- De ser necesario desbroces se deberá controlar el desbroce de vegetación, restringiendo el corte innecesario, mediante la implementación de señales guías.

Medio Perceptual

Se deben aplicar las medidas más adecuadas para ejecutar tareas tendientes a la rehabilitación ambiental y su integración paisajística, aplicando las siguientes medidas.

- Control en la acumulación de residuos de materiales en sitios no previstos.
- Mantenimiento y limpieza constantes de áreas con gran producción de escombros y residuos de la construcción.

Infraestructura

Se deberá prever las medidas necesarias para minimizar las alteraciones del tránsito vehicular que puedan causar las actividades del proyecto, identificando las rutas alternas en coordinación con las autoridades y, en la medida de lo posible, con los afectados, y ubicando oportunamente la señalización y medidas de seguridad que fueran del caso.

En vías que deban cerrarse al tránsito, se utilizará un sistema de señalización y demarcación que minimice los riesgos para la comunidad, los trabajadores y los vehículos que circulen por estas vías.

Se deberá realizar el mejoramiento y señalización de vías alternas, de manera que la circulación provisional por ellas sea segura.

CAPITULO VIII

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

8.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para evaluar económicamente el proyecto del sistema de alcantarillado de la Parroquia de Ascázubi es necesario realizar el Análisis de Precios Unitarios (APU) de cada uno de los rubros que intervendrán durante el proceso constructivo del proyecto.

En el Análisis de Precios Unitarios se valora los costos directos e indirectos generados por la ejecución de un determinado rubro.

- **Costos directos.-** Es la suma del material, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un rubro.

Para el presente proyecto utilizaremos los precios que se manejan en el Gobierno Municipal de Cayambe.

- **Costos indirectos.-** Es la suma de gastos técnico – administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso.

En este estudio asumiremos como costo indirecto el 20% del costo directo. Este porcentaje incluye también la utilidad destinada para el contratista

8.2 PRESUPUESTO

En la tabla siguiente se detalla el presupuesto para la construcción de la red de alcantarillado, la planta de tratamiento de aguas servidas y el plan de manejo ambiental:

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- La parroquia de Ascázubi presenta similares características de una zona de la serranía ecuatoriana, cuenta con todos los servicios básicos y se encuentra en constante crecimiento poblacional y económico, debido a que a sus alrededores se han asentado varias empresas generadoras de capital y empleo.

- De acuerdo al estudio realizado en este proyecto se ha determinado que el sistema de alcantarillado sanitario de la parroquia de Ascázubi tiene que ser remplazado inmediatamente, ya que en los últimos años se ha presentado serios problemas por colapso de tuberías y la planta de tratamiento para la descarga de aguas servidas no funciona adecuadamente.

- Se debe realizar un análisis meticuloso para determinar los parámetros de diseño que se debe adoptar, ya que este incide directamente en el dimensionamiento de la red de alcantarillado y por lo tanto en el costo final de la obra.

- Al momento de proyectar la población futura se debe tener un especial cuidado, ya que este es un factor de suma importancia en el dimensionamiento de la red y tiene un elevado margen de error en su determinación debido a que es un valor incierto; este error puede disminuir considerablemente si el área de expansión de la población se delimita correctamente de acuerdo a las condiciones particulares de cada zona.

- Todo diseño de alcantarillado se lo debe realizar basado en la topografía de la zona, sin embargo, el responsable del diseño debe constatar la información topográfica con visitas de campo al lugar en el que se construirá el sistema de alcantarillado.
- Las áreas de aportación se deben tomar de acuerdo a la topografía del terreno donde se va a implantar la red de alcantarillado, teniendo presente en todo momento que éstas áreas son las que permiten el ingreso de los caudales hacia un tramo de alcantarillado.
- El tratamiento de aguas residuales mediante un tanque séptico y un filtro anaerobio de flujo ascendente es un sistema que funciona hidráulicamente y es adecuado para poblaciones pequeñas. En comparación con otro tipo de sistemas es el que menos área requiere y tiene menor costo por construcción y operación.
- El presupuesto para la construcción de todo el proyecto es un valor referencial únicamente, puede variar de acuerdo a la situación laboral y económica de la fecha en que la se ejecute.

9.2 RECOMENDACIONES

- Hay algunos tramos en la red de alcantarillado que no cumplen con la velocidad mínima requerida, especialmente los tramos de inicio de las calles secundarias, se recomienda realizar una inspección periódica para verificar si en la tubería hay presencia de material sedimentado, si fuera el caso, se debe planificar la implementación de un plan de limpieza frecuente.
- Se debe impedir que los sumideros de aguas lluvias desfoguen en la red de alcantarillado sanitario, ya que los caudales en la red incrementarían considerablemente y ese evento no está contemplado en el diseño. Si esto llegará a suceder, provocaría desbordes en los pozos de salida de las partes bajas dañando las estructuras existentes.
- Se recomienda tener cuidado al momento de realizar las conexiones domiciliarias, debido a que grietas o fallas en las uniones de los conductos de la red de alcantarillado con las tuberías de las conexiones podrían ocasionar un incremento en el paso de caudales de aguas de infiltración hacia los conductos que conforman la red de alcantarillado.
- Se recomienda aplicar las recomendaciones dadas para la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas servidas, ya que de ello depende el normal funcionamiento y la vida útil del sistema.
- Es importante controlar que las pequeñas industrias asentadas en la parroquia tengan trampas de grasa antes de verter los desechos a la red de alcantarillado. Así también, se debe controlar que se envíe cualquier clase de productos químicos a la red. Esto con el fin de garantizar que la planta de tratamiento funcione correctamente.
- Las especificaciones técnicas presentes en el Anexo F están

redactadas de acuerdo a las normas vigentes en el país; tanto el constructor como el fiscalizador deben procurar cumplirlas durante la ejecución del proyecto, para de esta forma evitar inconvenientes posteriores.

- Durante la ejecución del proyecto se tiene que evitar en lo más mínimo el impacto sobre el medio ambiente, por lo tanto es obligatorio aplicar las medidas de mitigación dadas en el Capítulo VI.
- Después de haber culminado con el proyecto se presentará la necesidad de realizar nuevas conexiones domiciliarias, se recomienda que el empate con la tubería de la red se lo realice utilizando los materiales y la mano de obra adecuada.

ANEXOS

ANEXO A

CÁLCULO HIDRÁULICO DE REDES

**RED DE
ALCANTARILLADO N°1**

**RED DE
ALCANTARILLADO N°2**

ANEXO B

MATRIZ DE LEOPOLD VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO C

DISEÑO HIDRÁULICO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

ANEXO D

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

ANEXO E

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

ANEXO F

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO G

PLANOS

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES:

NOMBRES: Mirela Elizabeth Cruz Rodríguez
FECHA DE NACIMIENTO: 25 de Julio de 1986
LUGAR DE NACIMIENTO: Pasaje, El Oro
CÉDULA DE CIUDADANIA: 1716223126

ESTUDIOS REALIZADOS:

SECUNDARIA: Unidad Educativa Salesiana “Domingo Savio”
1998 – 2004. Bachiller en Ciencias Exactas
SUPERIOR: Escuela Politécnica del Ejercito – Carrera de
Ingeniería Civil 2005 – 2011
Suficiencia en Idioma Inglés 2009 -2010

CURSOS REALIZADOS:

- Uso del programa SAP 2000 – Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha – 2008
- Residencia de Obras – Cámara de la Construcción Quito – 2009

MÉRITOS:

- SEGUNDO LUGAR EN OLIMPIADAS CANTONALES DE MATEMÁTICAS – Escuela Politécnica Nacional
- PRIMERA ESCOLTA DEL PABELLÓN NACIONAL – Unidad Educativa Domingo Savio

HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS

ELABORADO POR

SRTA. MIRELA ELIZABETH CRUZ RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE LA CARRERA DE

ING. JORGE ZÚÑIGA

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE ADMISION Y REGISTRO

AB. LAURA LÓPEZ

Lugar y fecha: Sangolquí, Julio del 2012